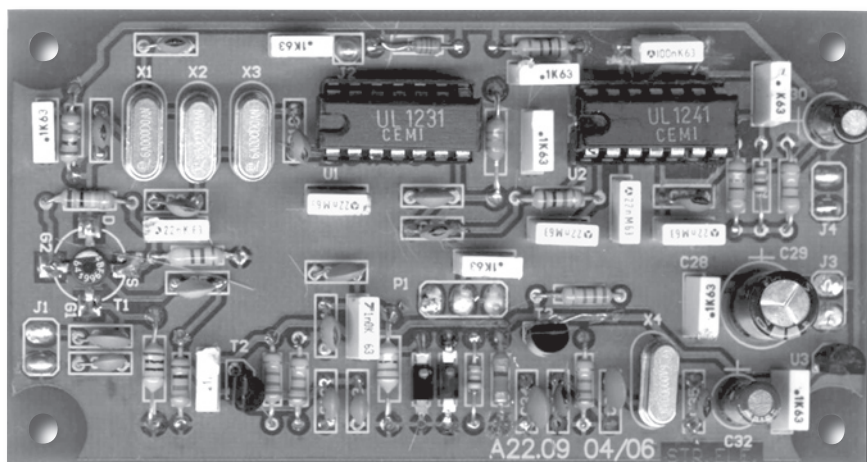


# Odbiornik nastuchowy SSB/CW 80 m AVT-962

Na łamach EP dawno nie było projektów dla krótkofalowców. Wynikało to pośrednio z faktu, że nie było wielkich nacisków na redakcję w sprawie artykułów o tej tematyce. Wychodząc z założenia, że nie można samymi mikroprocesorami żyć, prezentujemy projekt w miarę prostego odbiornika nastuchowego na pasmo 80 m, a więc urządzenia nie wymagającego żadnych uprawnień i licencji.

## Rekomendacje:

panuje opinia, że do zbudowania urządzenia krótkofalarskiego wymagana jest spora wiedza i jeszcze większa praktyka. Trudno temu zaprzeczyć, ale która poddziedzina elektroniki nie wymaga dziś specjalizacji. Mimo tego mamy nadzieję, że odważni Czytelnicy, którzy zdecydują się wykonać odbiornik popadną w nowe, krótkofalarskie szaleństwo.



Uprawianie krótkofalarstwa rozpoczyna się z reguły od najprostszej formy tego fascynującego hobby, czyli od nasłuchu radiowego pasm amatorskich. Dąży się do tego, aby początkujący radioamator, zanim przystąpi do egzaminu na licencję krótkofalarską, „osłuchał się” najpierw na pasmach amatorskich i uzyskał licencję nasłuchową (SWL). Licencja taka uprawnia do posługiwania się przydzielonym znakiem nasłuchowym w krajowej i międzynarodowej korespondencji amatorskiej oraz do korzystania z usług Biura QSL Polskiego Związku Krótkofalowców. Staż nasłuchowy w ramach takiej licencji przyczynia się do doskonalenia umiejętności operatorskich. Co prawda nasłuchiwać można i bez licencji SWL (wystarczy odbiornik na pasma amatorskie), ale posiadając swój znak nasłuchowy będziemy mogli uczestniczyć w licznych zawodach krótkofalarskich, zdobywać dyplomy czy członkostwo w klubach specjalistycznych.

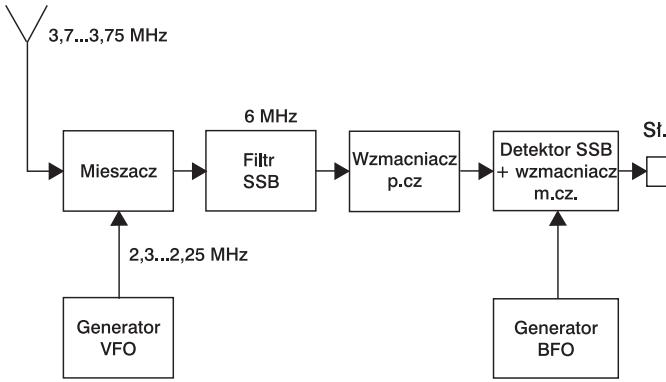
Uzyskanie licencji nasłuchowej jest niesłychanie proste, gdyż wystarczy zgłosić się do Oddziału Terenowego PZK (aktualne adresy Zarządów Terenowych PZK zostały zamieszczone na stronie [www.pzk.org.pl](http://www.pzk.org.pl)). Oddziały Terenowe PZK zostały upoważnione przez Zarząd Główny PZK do wydawania licencji nasłuchowych i tam można załatwić wszelkie formalności z tym związane.

Wciąż najbardziej popularnym pasmem amatorskim jest zakres 80 m (3,5...3,8 MHz). Dla początkującego radioamatora najciekawszym wycinkiem „osiemdziesiątki” jest zakres częstotliwości 3,700...3,750 MHz, gdzie najczęściej pracują polskie stacje (w okolicy 3,7 MHz nadawane są co środy od godziny 18.00 komunikaty PZK). Nic dziwnego, że w literaturze można znaleźć najwięcej opisów wykonania odbiorników umożliwiających odbiór emisji CW (telegrafii) oraz SSB (jedna wstęga boczna z wytłumioną nośną) właśnie na to pasmo.

Przystępując do wyboru koncepcji konstrukcji odbiornika warto czasem rozejrzeć się w posiadanych podzespołach i zaprojektować układ wykorzystujący to, co znajdziemy w zapasach. Również na etapie projektu warto wybrać układ pod kątem sposobu przemiany częstotliwości. Chociaż zadawałające rezultaty można osiągnąć w odbiorniku z bezpośrednią przemianą częstotliwości, to jednak stosowanie klasycznego układu z pośrednią przemianą częstotliwości i z użyciem choćby najprostszego filtra kwarcowego zapewni lepszą selektywność odbioru i poprawny odbiór sygnału SSB/CW. Klasyczne odbiorniki o bezpośredniej przemianie wymagają dodatkowych filtrów m.cz. oraz charakteryzują się odbiorem dwusygnałowym: odbierają sygnał CW po obydwu stronach nośnej.

## PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 104x54 mm
- Zasilanie: 12 VDC
- Częstotliwość pracy: 3,7...3,75 MHz (może być poszerzona na cały zakres pasma 80 m)
- Emisja: SSB, CW; jednowstęgowa LSB, telegrafia
- Częstotliwość pośrednia: 6 MHz
- Czulość odbiornika: 1  $\mu$ V (przy 10 dB S+N/N)
- Wyjście m.cz.: słuchawki 32  $\Omega$
- Antena: 80 m/50  $\Omega$  (np. dipol 2x19,5 m)



Rys. 1. Schemat blokowy odbiornika

**Budowa**

Opisany poniżej odbiornik został zaprojektowany na układach scalonych typu UL1231 i UL1241, które wprawdzie nie są już produkowane, ale wciąż dostępne. Znacznie ich zapasy magazynowe posiada AVT (dostępne za symboliczną złotówkę). Były to układy swego czasu powszechnie wykorzystywane, głównie w krajowych odbiornikach radiowych i telewizyjnych. Schemat blokowy przyjętej koncepcji odbiornika jest pokazany na rys. 1.

Pierwszy układ scalony UL1231 jest monolitycznym, bipolarnym, analogowym wzmacniaczem pośredniej częstotliwości z kluczowanym układem ARW, zaś drugi jest układem wzmacniacza częstotliwości FM, wyposażonym także w detektor FM (nie wykorzystany w naszym przypadku). Schemat elektryczny

układu przedstawiono na rys. 2.

Na wejściu układu znajduje się od razu mieszacz wykonany na dwubramkowym tranzystorze MOSFET typu BF966 (T1), w którym sygnał z anteny jest doprowadzony do pierwszej bramki, zaś sygnał

z przestrajanego generatora (VFO) do bramki drugiej. W obwodzie wejściowym jest włączony bardzo prosty filtr w postaci obwodu rezonansowego z użyciem cewki L1 (typowy dławik 10 μH). Dopasowanie niskiej impedancji anteny do dużej impedancji wejściowej tranzystora osiągnięto poprzez dzielnik pojemnościowy C1-C2.

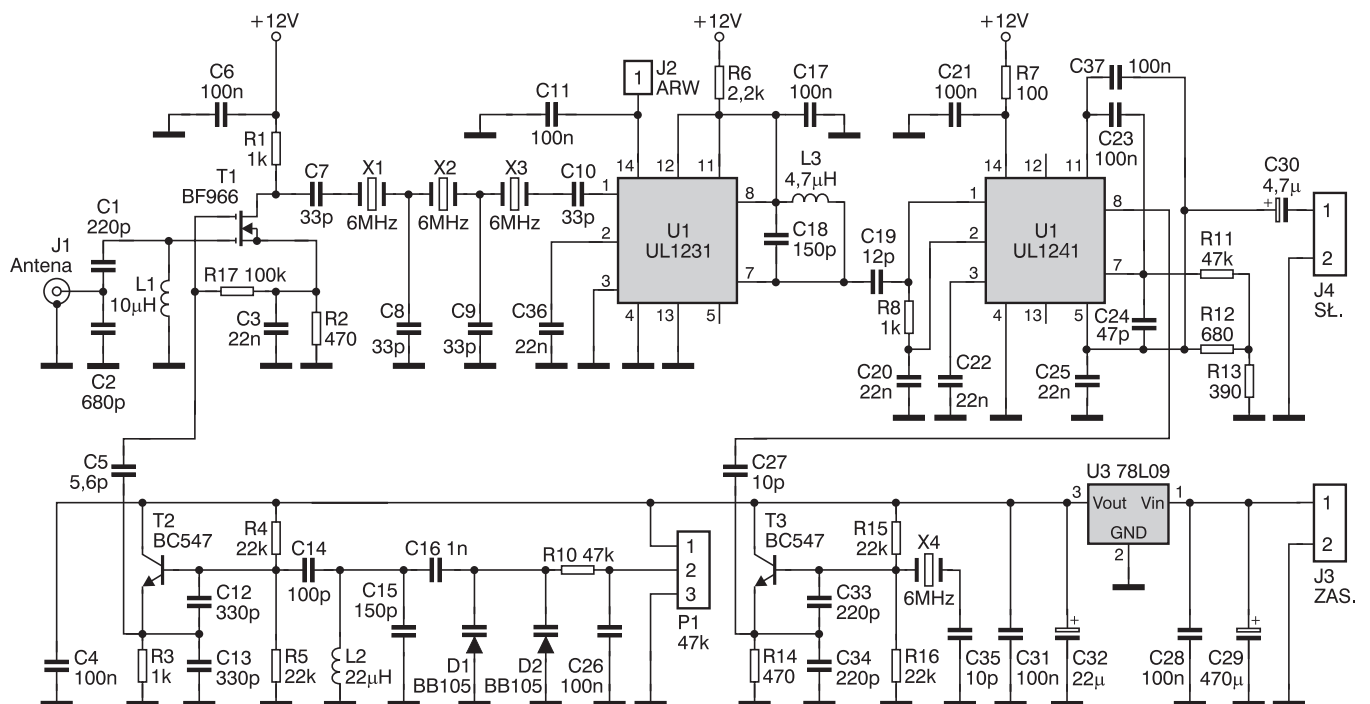
Generator przestrajany (VFO) jest zbudowany na jednym tranzystorze T2 (BC547). Częstotliwość pracy układu wyznacza obwód rezonansowy z cewką L2 (typowy dławik 22 μH) i kondensatorem C15 wraz z diodami pojemnościowymi (wypadkowymi pojemnościami montażowymi oraz pojemnością dzielnika dodatniego sprzężenia zwrotnego C12-C13). Użycie dwóch połączonych równolegle diod D1, D2 zapewnia przestrajanie odbiornika o około

50 kHz (od około 2,30 MHz do ok. 2,25 MHz), co w konsekwencji daje możliwość odbioru najbardziej popularnego wycinka pasma 80 m, czyli 3,7...3,75 MHz.

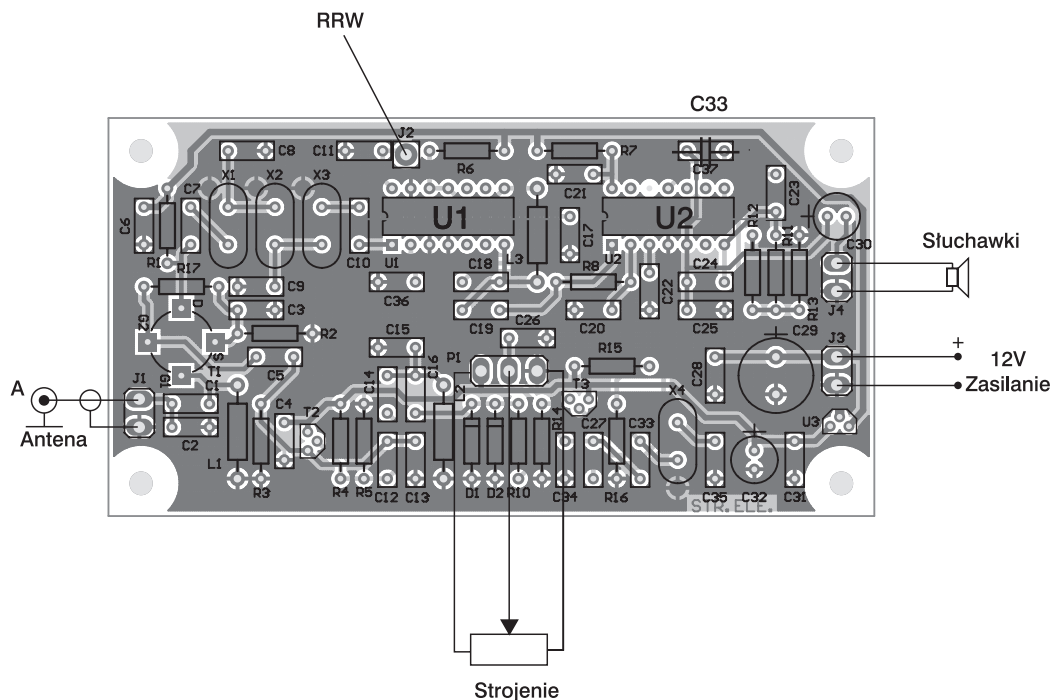
W zależności od wartości zastosowanego dławika oraz kondensatora C15 można uzyskać inny zakres pasma. Trzeba dodać, że w układzie generatora były używane inne wartości LC i bez problemu osiągnięto zakres 9,5...9,8 MHz zapewniający całe pokrycie pasma 80 m, ale osiągnięta stabilność generatora była nie do przyjęcia. Z tego też względu zastosowanie niższej częstotliwości VFO było dobrym posunięciem.

Warto wiedzieć, że w przypadku zbyt szerokiego zakresu przestrajania generatora, można go ograniczyć za pośrednictwem dodatkowych rezystorów dołączonych do skrajnych zacisków potencjometru. Jako że komfort strojenia odbiornika jest uzależniony właśnie od tego potencjometru, warto zadbać o dodatkową przekładnię mechaniczną lub użycie potencjometru wieloobrotowego (ze względu na chęć obniżenia ceny w skład kitu wchodzi zwykły potencjometr).

Duża impedancja wejściowa mieszacza oraz niska częstotliwość pracy układu sprawiła, że można było wyeliminować separator układu z dodatkowym tranzystorem np. w układzie OC.



Rys. 2. Schemat elektryczny odbiornika



Rys. 3. Schemat montażowy

Sygnal z generatora jest podany na mieszacz poprzez kondensator 5,6 pF, lecz można poeksperymentować, aby ustalić rozsądny kompromis pomiędzy poziomem szumu przemiany (jakość i siła sygnału), a stabilnością generatora.

Sygnal wyjściowy z mieszacza 6 MHz (jako częstotliwość pośrednia, będąca różnicą częstotliwości doprowadzonej do wejścia układu i częstotliwości generatora) jest skierowany do filtra kwarcowego w największym stopniu decydującego o całej selektywności układu. Użyto tutaj prostego filtra drabinkowego, zestawionego z trzech rezonatorów kwarcowych X1...X3 o jednakowych wartościach 6 MHz oraz czterech kondensatorów po 33 pF każdy. Filtr ten ma pasmo przenoszenia około 2,4 kHz, co odpowiada szerokości odbieranego sygnału SSB.

Odfiltrowany sygnał pośredniej częstotliwości jest doprowadzany do jednego z symetrycznych wejść układu UL1231 (U1), po czym jest wzmacniany w dwustopniowym wzmacniaczu różnicowym. Wzmocniony sygnał jest zbierany z wyjścia 7, w obwodzie którego znajduje się obwód rezonansowy zestawiony z cewki L3 (typowy dławik 4,7 μH) i kondensatora C18, które tworzą obwód rezonansowy na częstotliwości 6 MHz. Maksymalne wzmocnienie układu wynosi około 60 dB. W przedstawionym rozwiązaniu zre-

zygnowano z układu ARW, ale istnieje możliwość dołączenia do wyprowadzonej nóżki 14. Można także zrealizować najprostszy układ ręcznej regulacji wzmocnienia (RRW) w postaci dodatkowego potencjometru.

Dalszego wzmocnienia sygnału p.c.z. 6 MHz dokonuje kolejny układ scalony U2 (UL1241). Jedną ze struktur wzmacniaczy różnicowych jest wykorzystana jako detektor sygnałów CW i SSB. W tym celu do nóżki 8 jest doprowadzony sygnał z generatora pomocniczego BFO zbudowanego na tranzystorze T3. W szereg z rezonatorem X4 została włączona dodatkowa pojemność (kondensator 10-12 pF) podwyższająca częstotliwość wyjściową o około 1,5 kHz. Dzięki umieszczeniu sygnału nośnej na górnym zboczach charakterystyki filtra, w układzie następuje demodulacja dolnej wstęgi odbieranego sygnału (dobudowanie „brakującej” wstęgi górnej). Wyjściowy sygnał małej częstotliwości z nóżki 7 jest skierowany na wewnętrzny przedwzmacniacz małej częstotliwości. Wzmocnienie tego układu w zupełności wystarcza do wysterowania słuchawek. Sygnał ten można również wykorzystać do układu ARW i S-metra, pamiętając, że poziom sygnału DC automatyki musi maleć ze wzrostem poziomu sygnału w.c.z.

Brak regulacji siły głosu m.c.z. nie wynika z niedopatrzenia, lecz

z chęci maksymalnego uproszczenia konstrukcji. Regulację tę może zapewnić zewnętrzny regulator umieszczony na kablu słuchawkowym. Oprócz tego są jeszcze dwie możliwości wprowadzenia regulacji głośności: poprzez potencjometr rzędu 1 kΩ dołączony do wejścia antenowego (sygnał z suwaka na wejście w.c.z.) lub poprzez napięcie stałe dołączone z suwaka dodatkowego potencjometru do punktu RRW (potencjometr powinien być zasilany z napięcia stabilizowanego 9 V).

Co wybrać? Jak zwykle każde z rozwiązań ma swoje zalety i wady. Stosowanie wejściowego tłumika w.c.z. jest proste

i bywa bardzo skuteczne w przypadku bardzo silnego sygnału w paśmie 80 m, np. w pobliżu stacji krótkofalowej (krótkofalowca mieszkającego w tym samym bloku). Regulacja poprzez wejście RRW za pośrednictwem potencjometru dołączonego do zasilacza wymaga dobrania dodatkowych rezystorów zawężających zakres regulacji (od strony masy i od strony napięcia +5 V) w taki sposób, aby powstały dzielnik napięcia zapewnił napięcie +1,5 V (maksymalne wzmocnienie) i +2 V (maksymalne tłumienie).

W układzie UL1231 tłumienie rośnie wraz ze wzrostem napięcia na nóżce 14. Przy zasilaniu układu poprzez rezystor 2,2 kΩ poziom szumów nie rośnie ze wzrostem tłumienia (przy UL1221 napięcie RRW powinno zawierać się w zakresie 8,5...10,5 V, jednak wraz ze wzrostem tłumienia rośnie poziom szumów). Oczywiście gdyby ktoś chciał wykorzystać głośnik, można na wyjściu zainstalować potencjometr 10 kΩ/B i skierować sygnał na dodatkowy wzmacniacz m.c.z., np. popularny LM386.

### Uruchomienie, pierwsze nasłuchy

Układ po zmontowaniu na płycie drukowanej (rys. 3) powinien zadziałać od razu, bez uruchamiania. Jediną niedogodnością, związaną z uzyskaniem właściwego zakresu

częstotliwości, może być dobór C15 w VFO (np. ze względu na rozrzut indukcyjności dławików). Pomocne będzie tu podłączenie miernika częstotliwości poprzez kondensator rzędu 10 pF do rezystora R3 i skontrolowanie zakresu uzyskanych częstotliwości w obydwu skrajnych położeniach potencjometru.

Odbiornik z anteną typu dipol 2x19,5 m zapewniał odbiór wielu stacji krajowych i zagranicznych. Oczywiście na jakość i siłę sygnału ma wpływ propagacja, która, jak wiadomo, zmienia się w zależności od pory dnia i roku.

Podczas prób z anteną LW, np. w postaci drutu o długości 20 m, może okazać się, że selektywność obwodu wejściowego jest za mała i wtedy trzeba skorzystać ze skrzynki antenowej, albo z dodatkowego filtru zestrojonego na pasmo 80 m, zmontowanego na przykład według rys. 4. Przedstawiony na tym rysunku dodatkowy filtr dwuobwodowy (środkowoprzepustowy) okazał się bardzo przydatny w przypadku stwierdzenia przesłuchów, np. od stacji broadcastingowych. Skuteczność takiego filtru potwierdził pan Roman Tyrąła, który testował opisany odbiornik. Przy okazji autor składa podziękowanie za testy oraz wprowadzenie dodatkowego kondensatora C37, który okazał się skuteczny w tłumieniu szumów wyjściowych m.cz. Kondensator ten został wprowadzony w ostatniej fazie projektu płytki drukowanej (został on wstawiony na miejsce rezystora R9, który, choć istniał w aplikacji fabrycznej układu UL1241, w naszym rozwiązaniu okazał się nieprzydatny).

Ważne jest, w jakich godzinach słuchamy. Pasma amatorskie 80 m nadaje się do łączności radiowych krajowych (bliskie odległości) w ciągu dnia. Jednak najkorzystniejsze warunki do prowadzenia nasłuchów występują w godzinach wczesno rannych, w ciągu dnia występują dość silne zakłócenia; ponownie swobodne prowadzenie nasłuchów jest możliwe w godzinach wczesno wieczornych do późno nocnych. W godzinach nocnych pasmo to „otwiera się” i jest możliwe prowadzenie nasłuchów krajów europejskich, a nawet stacji z innych kontynentów (DX).

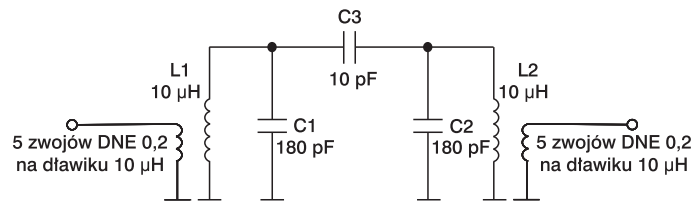
Warunki propagacyjne w paśmie 80 m są zmienne także w zależności

od pory roku.

W okresie letnim zakłócenia, szumy, zaniki sygnałów występują wcześniej rano i zanikają po południu, jednak nie dzieje się to codziennie o jednakowych porach i godzinach. Są dni, w których pasmo to otwiera się wcześniej i prowadzenie nasłuchów jest możliwe przez dłuższy czas. To właśnie także urok radioamatorstwa polegający na tym, że nie wszystko można przewidzieć, podobnie jak to jest z pogodą.

### Praca w innych pasmach

Gdyby Czytelnicy chcieli poeksperymentować z innymi zakresami, to przede wszystkim należy zwrócić uwagę na to, że nie należy kurczo trzymać się podanych wartości rezonatorów kwarcowych. Dostępne programy komputerowe z pewnością umożliwią bardziej doświadczonym elektronikom optymalne dobranie wartości kondensatorów w filtrze drabinkowym. Wartość rezystora R1 (obciążenie mieszacza, którego wartość powinna być porównywalna z impedancją wejściową filtru) może być dobierana w zakresie 100 Ω do 1 kΩ. Na przykład dla zakresu 40 m (7,0...7,1 MHz) wygodniej będzie użyć w filtrze rezonatorów 10 MHz i wtedy ustawić VFO na zakres



Rys. 4. Schemat dodatkowego filtru na pasmo 80 m

2,9...3 MHz. Można także w filtrze użyć rezonatorów 5 MHz, a VFO przestroić na zakres 2,0...2,1 MHz. W tym ostatnim przypadku, konieczne będzie przesunięcie częstotliwości BFO na dolną część charakterystyki filtru kwarcowego, czyli obniżenie częstotliwości np. poprzez zamianę kondensatora C35 na dławik rzędu 10 µH. Nie należy także zapomnieć o przestrojeniu wejściowego obwodu antenowego. W najprostszym przypadku obwód dla zakresu 40 m może składać się z cewki L1 o wartości 4,7 µH oraz kondensatora C1 – 120 pF (wartość C2 może pozostać bez zmian).

W paśmie 40 m nie wystarczy prosty, pojedynczy obwód antenowy i również należy liczyć się z koniecznością użycia dodatkowego filtru, np. dwuobwodowego według rys. 3, oczywiście dostrojonego do pasma 7 MHz.

W każdym przypadku warto układ odbiornika zamknąć w metalową obudowę, wyposażoną na tylnej ścianie w gniazda antenowe i słuchawkowe oraz zasilania. Przednia ścianka obudowy powinna za-

#### WYKAZ ELEMENTÓW

##### Rezystory

R1, R3, R8: 1 kΩ  
R6: 2,2 kΩ  
R7: 100 Ω  
R2, R14: 470 Ω  
R4, R5, R15, R16: 22 kΩ  
R10, R11: 47 kΩ  
R12: 680 Ω  
R13: 390 Ω  
R17: 100 kΩ  
P1: potencjometr 47 kΩ/A

##### Kondensatory

C1, C33, C34: 220 pF  
C2: 680 pF  
C3, C20, C22, C25, C36: 22 nF  
C4, C6, C11, C17, C21, C23, C26, C28, C31, C37: 100 nF  
C5, 5,6 pF  
C7...C10: 33 pF  
C12, C13: 330 pF

C14: 100 pF  
C15, C18: 150 pF  
C16: 1 nF  
C19: 12 pF  
C24: 47 pF  
C27, C35: 10 pF  
C30: 4,7 µF/16 V  
C29: 470 pF/16 V  
C32: 22 µF/16 V

##### Półprzewodniki

T1: BF966  
T2, T3: BC547  
U1: UL1231  
U2: UL1241  
U3: 78L09  
D1, D2: BB105

##### Inne

L1: 10 µH  
L2: 22 µH  
L3: 4,7 µH  
X1...X4: 6 MHz

wierać potencjometr strojenia (najlepiej helipot; dla obniżenia kosztów w kicie jest użyty zwykły potencjometr) i ew. potencjometr regulacji siły głosu (jeżeli brak regulacji na kablu słuchawkowym).

Warto dodać, że użycie dławików w rozwiązaniu modelowym oraz w kicie AVT było podyktowane chęcią maksymalnego uproszcze-

nia konstrukcji, a także obniżenia ceny kitu.

Aktualnie w zapasach magazynowych AVT znajdują się toroidalne rdzenie ferrytowe. Można tu polecić rdzenie typu T37-2 (koloru czerwonego o wymiarach: 9,53x5,21x3,25 mm), na których można nawinąć uzwojenia cewek L1, L2 i L3. Potrzebną liczbę zwojów łatwo przeliczyć wiedząc, że

rdzenie T37-2 mają liczbę  $A_L=4$ . Dla przypomnienia: wartość  $A_L$  to liczba zwojów przypadająca na 1 nH. Praktyczny wzór na wyznaczenie liczby zwojów:

$$n = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$$

**Andrzej Janeczek SP5AHT**  
sp5aht@swiatradio.com.pl

## STALEWSKI i RESZCZYK

SPÓŁKA KOMANDYTOWA

### Usługi kontraktowej produkcji elektronicznej

- Małe, jak i duże serie oraz prototypy
- Krótkie terminy realizacji
- Najwyższa jakość wykonania
- Technika bezołowiowa
  - montaż powierzchniowy SMT
  - montaż przewlekany THT
  - lakierowanie płytek
  - testowanie funkcjonalne
  - linia do montażu urządzeń elektronicznych

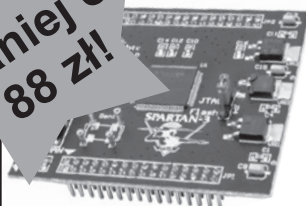
### Usługi formowania wtryskowego tworzyw sztucznych

- Cztery wtryskarki poj. wtrysku od max 180 cm<sup>3</sup> do max 820 cm<sup>3</sup>, waga wypraski od max.162 g do max 738 g, siła zwarcia od max 1200 KN do max 2680 KN.
  - produkcja z formy Klienta
  - doradztwo w zakresie konstrukcji i wykonywania oprzyrządowania form wtryskowych
  - doradztwo w zakresie doboru materiału
  - obróbka powierzchni form wtryskowych

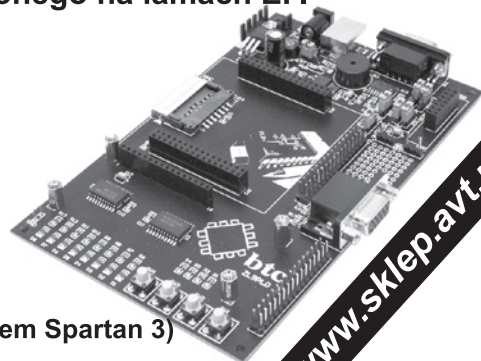
ul. Okrężna 1 b, 19-300 Elk, Tel/fax: +48 87 6201630, E-mail: z.holdyk@rscm.pl, www.rscm.pl

# FPGA

Taniej o  
88 zł!



ZL9PLD (baza)  
+ZL10PLD (dipPLD z układem Spartan 3)  
+ZL4PRG (programator)



www.sklep.avt.pl