

Uniwersalne moduły transceiverów SSB, część 6

Przełącznik DC/w.cz.

kit AVT-274

Opisane w artykule moduły są już ostatnimi elementami transceivera SSB, po wykonaniu których pozostanie nam tylko „zapakowanie“ całości do metalowej obudowy, wykonanie niezbędnych połączeń pomiędzy modułami, korekcji zestrojenia, podłączenie mikrofonu, słuchawek, zasilacza oraz anteny... Ale o tym za miesiąc, w ostatnim odcinku cyklu.

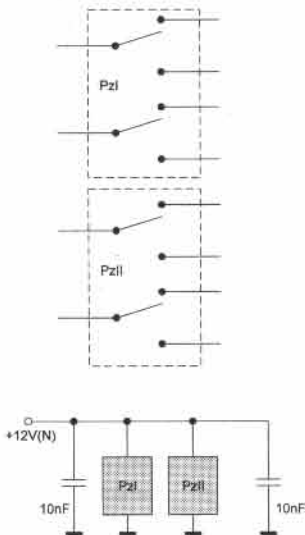
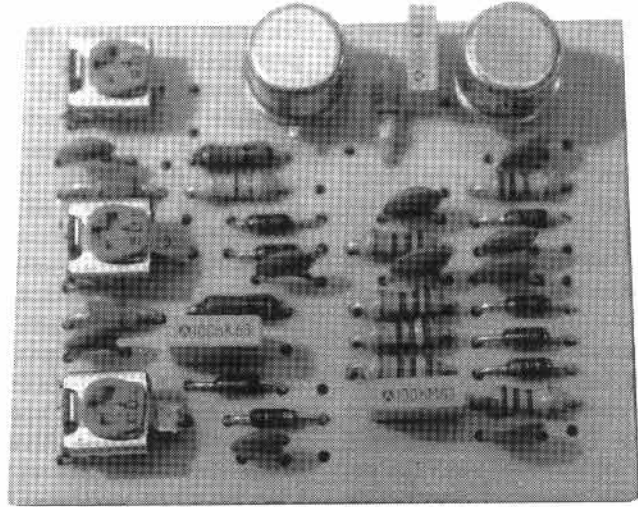
W skład przełącznika DC/w.cz. wchodzi przełączniki elektroniczne zastępujące dwa podwójne przekaźniki elektromechaniczne. Oczywiście można z powodzeniem wykorzystywać posiadane przekaźniki realizujące przełączenia jak na rys.1. Ze względu na znaczną cenę przekaźników w.cz. oraz dużą zawodność styków w rozwiązaniu modelowym, zdecydowano się na wykorzystanie prostych przełączników elektronicznych z.

Układ połączeń elektrycznych przełącznika DC/w.cz. przedstawiono na rys.2. Przełączanie napięć

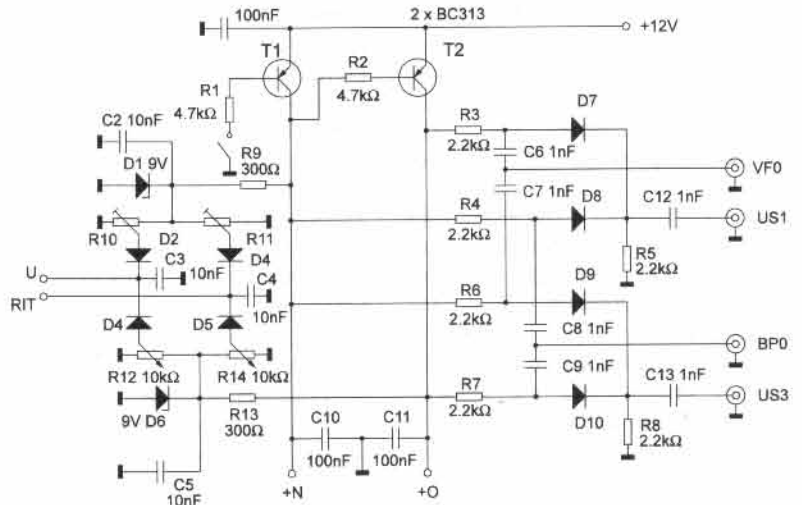
zasilających poszczególne moduły przy pracy transceivera realizują dwa tranzystory pnp T1, T2 (BC313). Podczas odbioru tranzystor T2 spolaryzowany jest w kierunku przewodzenia, czyli złącze CE tego tranzystora znajduje się w nasyceniu ($U_{ce}=0,2V$) i napięcie +12V podawane jest na wzmacniacze w.cz. i m.cz. odbiornika.

Po naciśnięciu przełącznika PTT (zwarcie do masy styków przycisku umieszczonego w obu-

dowie mikrofonu) następuje spolaryzowanie w kierunku przewodzenia bazy tranzystora T1. W konsekwencji następuje przejście T1 w stan nasycenia z jednoczesnym zablokowaniem tranzystora T2. W czasie zwarcia PTT napięcie zasilania +12V poprzez tranzystor T1 jest doprowadzone do wzmacniaczy: mikrofonowego, sterującego z obwodami pasmowymi, końcowego mocy. Sytuacja taka trwa do czasu zwolnienia

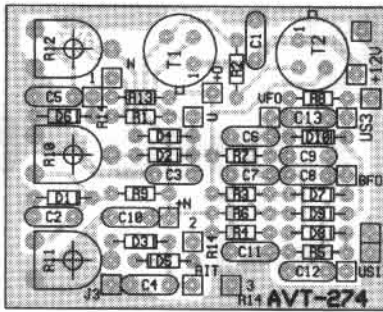


Rys. 1. Schemat przełącznika wykonanego przy użyciu przekaźników.



D2...D5 D7...D10 - 1N4148

Rys. 2. Schemat elektryczny przełącznika elektronicznego.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce przełącznika.

przycisku PTT. Pomimo prostoty rozwiązania tak skonstruowany przełącznik tranzystorowy pracuje niezawodnie nawet przy maksymalnym prądzie obciążenia (około 0,5A). Niestety, jak prawie każdy układ elektroniczny, jest wrażliwy na zwarcia. Nawet krótkotrwałe zwarcie w obwodzie zasilania części odbiorczej lub nadawczej prowadzi do nieuchronnego zniszczenia tranzystora T1 lub T2. Nasuwa się tutaj ważny wniosek: przed pierwszym załączeniem przełącznika DC należy upewnić się, czy w obwodzie zasilającym nie występuje zwarcie, a wszelkie eksperymenty w układzie wykonywać bardzo ostrożnie.

Przełącznik do zmiany sygnałów VFO i BFO podawanych na mieszacz/detektor odbiornika i modulator/mieszacz nadajnika (AVT-173) zrealizowano za pośrednictwem czterech diod w.c.z. D7...D10 oraz kilku elementów RC. Układ jest tak połączony, że podczas odbioru występujące na kolektorze T2 napięcie +12V, polaryzuje w kierunku przepustowym diody D7 i D10 oraz, w kierunku zaporowym, D8 i D9. W tym stanie logicznym sygnał VFO poprzez C6, D7 i C12 jest skierowany na wejście US1, zaś sygnał BFO poprzez C9, D10 i C13 jest doprowadzany do wejścia US3.

Po naciśnięciu przełącznika PTT następuje odwrócenie sytuacji: diody D8 i D9 przechodzą w stan przewodzenia, zaś D7 i D10 w stan zaporowy. Tym razem sygnał BFO przez C8, D8 i C12 jest skierowany na wejście US1, zaś sygnał VFO poprzez C7, D9 i C13 na wejście US3. Separacja sygnałów w takim układzie (bez specjalnego ekranowania) jest lepsza niż 40dB. Niewielki spa-

dek napięcia w.c.z. na przewodzących diodach jest do pominięcia, tym bardziej, że generatory i tak wytwarzają poziom sygnału nieco większy niż wymagają układy UL1042 (AVT-173).

Do zmiany wzmocnienia wzmacniacza p.c.z. UL1221 (AVT-173) wykorzystano przełącznik napięć z diodami D2 i D4. Podczas odbioru wymagany poziom napięcia ustalany jest za pośrednictwem potencjometru montażowego R12 podawanego na nóżkę 14 UL1221 poprzez spolaryzowaną przepustowo diodę D4. Podczas nadawania załączony jest potencjometr R10 i napięcie z jego suwaka jest podawane na układ poprzez diodę D2. Potencjometr oznaczony skrótem RIT może być zamontowany na przedniej ściance transceivera, umożliwiając niewielką zmianę częstotliwości odbioru (zmiana napięcia na diodzie pojemnościowej układu VFO). Potencjometrem montażowym R11 ustala się zgodność częstotliwości nadawania z częstotliwością odbioru (tzw. „0“ RIT-a). Diody D3 i D5 są także przełącznikami elektronicznymi - służą do podawania napięć na obwód RIT-a modułu VFO. Przy rezygnacji z tego dodatkowego układu (przy minimalizacji ilości pokręteł transceivera) można zrezygnować z diod D3 i D5, a nawet z diod Zenera 9V D1 i D6. Tak naprawdę zaproponowana dodatkowa stabilizacja napięcia jest konieczna tylko do zasilania diody pojemnościowej RIT-a VFO, ponieważ nawet niewielkie wahania napięcia mogłyby powodować niepożądaną dewiację częstotliwości urządzenia czy niekontrolowaną zmianę częstotliwości nadawania w stosunku do częstotliwości odbioru (w przypadku niedostatecznej stabilizacji zasilacza transceivera).

Układ przełącznika DC/w.c.z. zmontowano na płytce drukowanej o wymiarach 40x50mm, której mozaikę druku zamieszczono we wkładce.

Sposób rozmieszczenia elementów na płytce drukowanej jest przedstawiony na rys.3.

Zmontowany układ wymaga jedynie sprawdzenia poprawności działania poszczególnych przełączników, bowiem ustawienia potencjometrów montażowych dokonu-

WYKAZ ELEMENTÓW:

Rezystory

R1, R2: 4,7kΩ
R3, R4, R5, R6, R7, R8: 2,2kΩ
R9, R13: 300Ω

R19, R12: 10kΩ miniaturowe potencjometry montażowe

Kondensatory

C1, C10, C11: 100nF
C2, C3, C5: 10nF
C6, C7, C8, C9, C12, C13: 1nF

Półprzewodniki

T1, T2: BC313 itp.
D2, D4, D7, D8, D9, D10: 1N4148 itp.

Elementy D1, D3, D5, D6, C4, R11, RIT nie wchodzi w skład kitu AVT-274

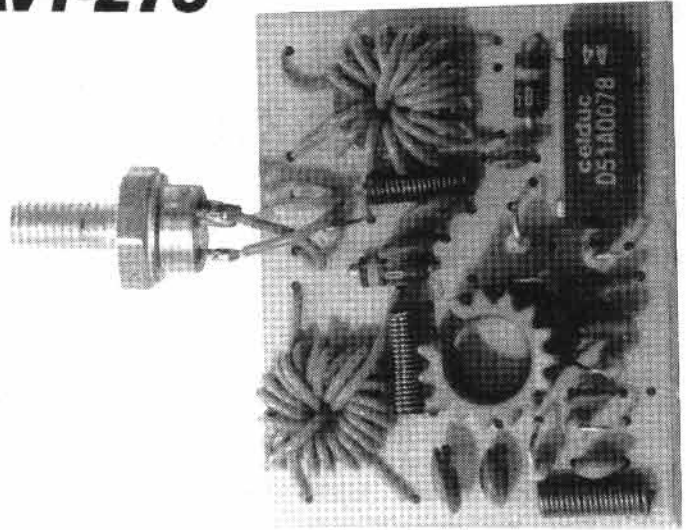
je się już w końcowej fazie uruchamiania transceivera. Najprostszym w sprawdzeniu jest przełącznik DC. Po włączeniu układu w punkcie +O powinno występować napięcie zbliżone do napięcia zasilania, zaś w punkcie +N zbliżone do 0V. Po zwarceniu punktu PTT do masy sytuacja powinna ulec zmianie: +N = napięcie zasilania, +O = 0V. Do sprawdzenia przełącznika w.c.z. należy wykorzystać dwa generatory o częstotliwościach 5MHz i 9MHz oraz amplitudach około 1V, lub lepiej od razu - sprawdzone wcześniej - moduły BFO i VFO (dołączone do odpowiednich punktów na płytce). Do punktów oznaczonych symbolami US1 i US3 należy dołączyć dostępne wskaźniki napięć w.c.z., np. oscyloskop lub sondę w.c.z., a w ostateczności miernik częstotliwości (cyfrową skalę częstotliwości). Po załączeniu zasilania układu w punkcie US1 powinien pojawić się sygnał 5MHz, zaś w punkcie US3 sygnał 9MHz. W czasie zwierania punktu PTT do masy w punkcie US1 powinien występować sygnał 9MHz i, odpowiednio, w punkcie US3 - 5MHz.

Przełączniki napięć regulowanych można sprawdzić za pośrednictwem woltomierza dołączonego najpierw do punktu U, a potem do punktu RIT (przy otwartym, jak i przy zwartym przycisku PTT). Na czas pomiaru punkty te powinny być zwarte do masy poprzez rezystory o wartości 4,7...47kΩ. Po upewnieniu się, że uzyskujemy właściwą regulację napięć w zakresie 0...9V, należy uznać kolejny układ za wstępnie uruchomiony.

Wzmacniacz mocy nadajnika poprzedzony jest przedwzmacniaczem identycznym z tym, jaki zastosowano w torze odbiornika. Znajdują się w nim dwa oddzielne selektywne wzmacniacze pasmowe z tranzystorami MOSFET BF 966 oraz - w razie konieczności - dodatkowy stopień na tranzystorze bipolarnym małej mocy. Ponieważ moduł ten gwarantuje dobrą filtrację niepożądanych składowych mieszacza oraz sygnałów harmonicznych (dzięki zastosowaniu oddzielnych obwodów rezonansowych) - następne stopnie pracują w układach szerokopasmowych.

Schemat elektryczny dwustopniowego liniowego wzmacniacza z zastosowaniem tranzystorów UKF, zapewniającego pracę w całym zakresie KF, przedstawiono na rys.4. Tranzystor T1 typu BFY 99 posiada założony na obudowie (kolektor) mały radiator w postaci aluminiowej gwiazdki. Prąd spoczynkowy emitera tego tranzystora wynosi około 10mA i jest uzależniony od wartości dzielnika rezystorowego polaryzacji bazy. Niewielkie ujemne sprzężenie zwrotne w postaci nieblokowanego rezystora emiterowego R3 w zdecydowany sposób chroni tranzystor przed przegrzaniem a także poprawia liniowość. Wzmocniony sygnał SSB w pasmie 80 lub 20m jest doprowadzony do następnego stopnia z tranzystorem T2 (KT904) poprzez dopasowujący transformator TR1. Uzwojenie pierwotne zawiera 15 zwojów drutu miedzianego o średnicy 0,3mm w izo-

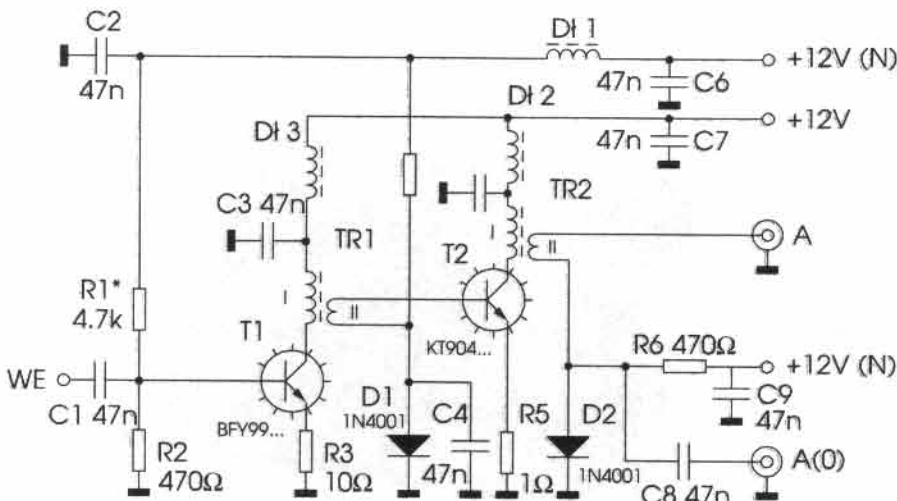
Wzmacniacz mocy kit AVT-275



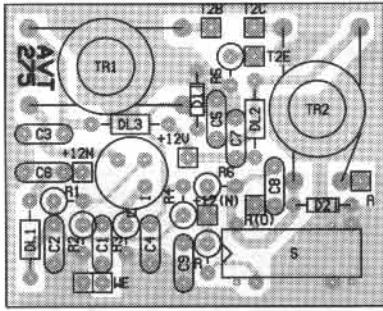
lacji igelitowej zaś wtórne - 2 zwoje takiego samego przewodu nawinięte na toroidalnym rdzeniu ferrytowym RP 10x6x4. Jako napięcie polaryzujące bazę tranzystora końcowego wykorzystano spadek napięcia na diodzie prostowniczej D1, włączanej w kierunku przepustowym. Niewielką korekcję napięcia polaryzacji diody, a zarazem prądu spoczynkowego tranzystora, można osiągnąć dzięki korekcji wartości rezystora R4. Również tranzystor T2 posiada w obwodzie emitera rezystor (oznaczony R5), który tylko w niewielkim stopniu zmniejsza moc wyjściową nadajnika, ale chroni tranzystor przed zniszczeniem.

Dodatkową korzyścią z zastosowania rezystorów emiterowych jest możliwość kontroli prądu kolektora, poprzez pomiar na ich zaciskach spadku napięcia. Obudowa tranzystora T2 jest przykręcona bezpośrednio do tylnej metalowej ścianki obudowy transceivera spełniającej funkcję radiatora.

Dopasowanie impedancji wyjściowej tranzystora do znormalizowanej impedancji 50 czy 75Ω osiągnięto dzięki transformatorowi wyjściowemu TR2. Dioda D2 lub styk dodatkowego przełącznika włączonego od strony masy w obwód wtórny transformatora wyjściowego, spełnia rolę klucza umożliwiającego doprowadzenie mocy w.c.z. do anteny podczas nadawania, z jednoczesnym blokowaniem obwodu wejściowego odbiornika. W taki - dosyć nietypowy - sposób zrealizowane jest przełączanie anteny z odbioru na nadawanie. Sygnał z anteny do odbiornika dociera poprzez uzwojenie wtórne, co nie obniża siły odbieranego sygnału. Jak łatwo zauważyć na schemacie, obwody polaryzacji bazy i obwody kolektorowe (o większym poborze prądu) są rozdzielone. Zostało to podyktowane chęcią ograniczenia prądu przez przełącznik DC. Obwody kolektorowe zasilane są na stałe napięciem 12V a podczas nadawania obwody polaryzacji baz zasilane są z przełącznika DC.



Rys. 4. Schemat elektryczny wzmacniacza mocy.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie wzmacniacza.

Dławiki separujące w obwodach od strony zasilania zapobiegają samowzbudzeniu układu poprzez przewody zasilające.

Wzmacniacz zmontowano na płycie drukowanej o wymiarach 40x50mm, której widok przedstawiono na wkładce. Przed pierwszym włączeniem układu lepiej jest zwiększyć wartości rezystorów R1 i R4, aby nie spowodować przepływu zbyt dużego prądu mogącego uszkodzić tranzystory. Pomiarów prądów spoczynkowych można dokonać woltomierzem na zaciskach rezystorów emiterowych. Optymalna wartość rezystora R1 to taka, przy której spadek napięcia na zaciskach rezystora R3 wyniesie 100mV DC. Rezystor R4 powinien mieć taką wartość, aby zapewniał spadek napięcia na R5 w granicach 20...40mV.

Po wstępnym ustawieniu prądów spoczynkowych tranzystorów - pora zabrać się za sprawdzenie i ewentualnie zdjęcie charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza. W tym celu najpierw obciążamy wyjście wzmacniacza sztuczną anteną o impedancji 50W/4Ω. Można tutaj posłużyć się dwoma

równolegle połączonymi rezystorami 100Ω/2W lub odpowiednio 150Ω/2W i sondą w.c.z. lub - lepiej - oscyloskopem. Następnie do wejścia wzmacniacza podłączamy sygnał w.c.z. o amplitudzie około 0,5V i częstotliwości w zakresie 3,5...14,35MHz (praktyczne w szerszym zakresie). Jeżeli nie dysponujemy generatorem, w ostateczności można wykorzystać sygnał z któregoś z wcześniej uruchamianych generatorów VFO lub BFO. Niestety w tym przypadku nie będziemy mieli możliwości sprawdzić charakterystyki częstotliwościowej, ale upewnimy się, że w ogóle nasz wzmacniacz w ogóle pracuje. Przy zastosowaniu generatora szerokopasmowego i oscyloskopu możemy bez trudu skorygować liczbę zwojów transformatorów jak i rezystorów, tak aby uzyskać maksymalną moc wyjściową przy jak najmniejszych zniekształceniach. Przy braku możliwości pomiarowych nie będziemy w stanie oszacować pracy wzmacniacza na poszczególnych zakresach. W przypadku zastosowania rdzeni ferrytowych o nieznanym parametrach możemy spotkać się z większą mocą w pasmie 80m niż 20m lub odwrotnie. W każdym razie istnieje możliwość takiego dobrania rdzeni i liczby zwojów, aby uzyskać równomierną moc wyjściową w obydwu zakresach, czyli 80 i 20m.

Płytka drukowana jest tak zaprojektowana, że istnieje możliwość zastosowania blokowania wejścia odbiornika podczas nadawania za pośrednictwem diody przełączającej D2 lub przełącznika elektromechanicznego. Na fotogra-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 4,7kΩ
- R2,R4,R6: 470Ω
- R3: 10Ω
- R5: 1Ω

Kondensatory

- C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9: 47nF

Półprzewodniki

- T1: BFY99 itp.
- T2: KT904 itp.
- D1, D2: 1N4001 itp.

Inne

- DI1, DI2, DI3: 10mH/0,5A
- TRI, TRII: patrz tekst

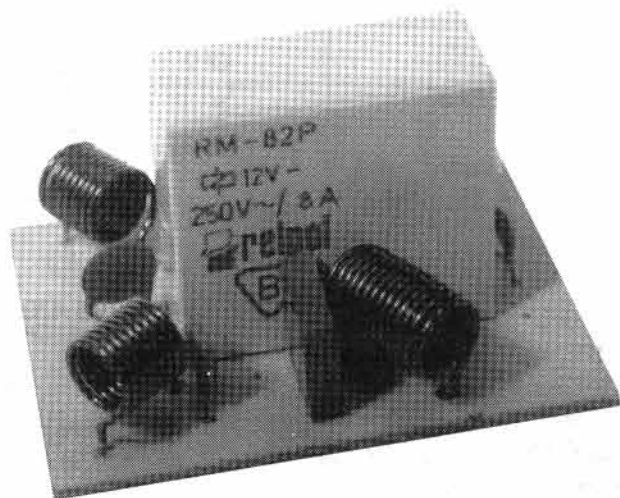
fii płytki wzmacniacza widać diodę D2 oraz przełącznik celduc o napięciu cewki 5V. W rzeczywistości trzeba zastosować tylko jeden element przełączający. Obecność przełącznika może okazać się konieczna tylko w przypadku zastosowania tranzystorów o większej mocy wyjściowej i wyższym napięciu zasilania. W rozwiązaniu modelowym z popularnym tranzystorem KT904 i przełącznikiem diodowym uzyskano około 2W mocy. Przy zastosowaniu przełącznika na 5V należy tak zmodyfikować układ na płycie, aby wykorzystać rezystor R6 jako ograniczający prąd cewki, czyli należy go włączyć szeregowo z uzwojeniem przełącznika.

Wyjście A wzmacniacza można podłączyć bezpośrednio do anteny dwupasmowej lub - lepiej - poprzez dwustopniowy filtr dolnoprzepustowy typu II.

Filtr wyjściowy

kit AVT-276

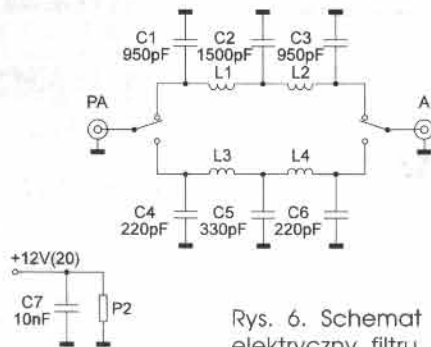
Filtr wyjściowy (rys. 6) jest ostatnim modułem transceivera. Jego zadaniem jest ograniczenie niepożądanych częstotliwości harmonicznych leżących powyżej użytecznej częstotliwości podstawowej. Zastosowany dolnoprzepustowy filtr podwójne II przełączany jest za pośrednictwem styków przełącznika RM82P/12V. Pra-



cjuje on zarówno przy nadawaniu, jak i podczas odbioru. Typ zastosowanego przekaźnika wynikał raczej z przypadku (akurat taki był pod ręką autora). Istnieje również możliwość zastosowania innego sposobu przełączania cewek w zależności od inwencji twórczej konstruktora, lecz przełącznik diodowy w tym miejscu raczej nie wchodzi w rachubę. Nawet w transceiverach fabrycznych, wielkie firmy zachodnie wykorzystują do przełączania filtrów przełączniki mechaniczne lub przekaźniki (rzadziej kontraktorny).

Filtr zmontowano na płytce drukowanej 40x50mm przedstawionej na wkładce. Uzwojenia cewek L1 i L2 wchodzące w skład filtru na pasmo 80m zawierają po 15 zwojów drutu DNE 0,7 nawiniętych na średnicy 7mm. Cewki filtru 20m wykonano w podobny sposób z tym, że ich liczba jest mniejsza i wynosi 9 zwojów takiego samego przewodu.

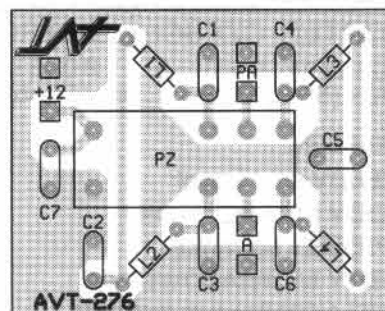
Sprawdzenie oraz ewentualne zestrojenie filtru ogranicza się do



Rys. 6. Schemat elektryczny filtru.

podłączenia do jego wejścia generatora, zaś do wyjścia rezystora 50W z sondą lub oscyloskopem. Wyraźny spadek sygnału wyjściowego przy przestrajaniu generatora powinien nastąpić poza zakresem pracy. Dla pasma 80m będzie to powyżej 4MHz, zaś dla pasma 20m około 15MHz.

Sprawdzenie filtru na zakresie 20m powinno być poprzedzone podaniem napięcia 12V na cewkę przekaźnika. Zmniejszenie częstotliwości granicznej można przeprowadzić przez ściśnięcie zwojów (skrócenie długości), zaś pod-



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce filtru.

wyższenie przez rozciągnięcie (zwiększenie długości). Wszelkie doprowadzenia sygnałów w.cz. powinny być wykonane przewodem ekranowanym w.cz. Jedynie napięcie zasilania można prowadzić zwykłym przewodem montażowym.

W kolejnym numerze EP przedstawimy sposób połączenia opisanych dotychczas modułów w taki sposób, że powstanie prawdziwy transceiver

Andrzej Janeczek SP5AHT