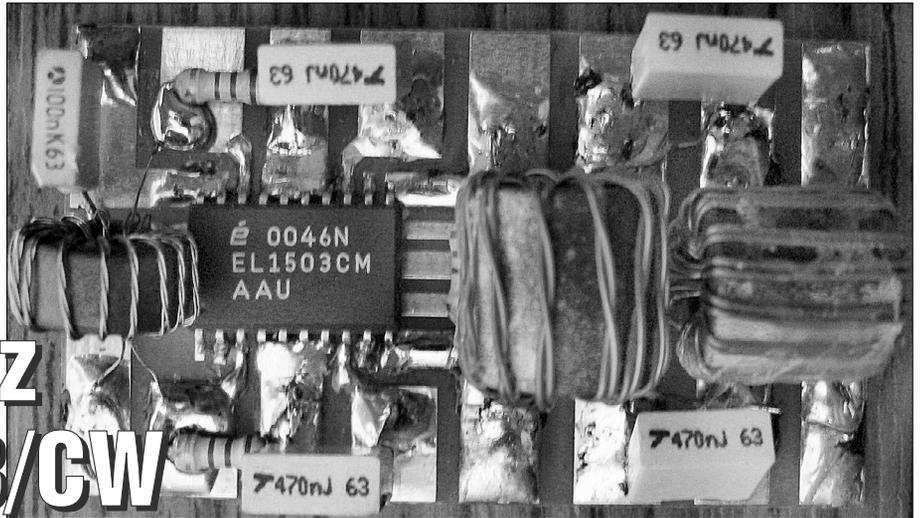




Wzmacniacz liniowy SSB/CW na układzie scalonym



Do czego to służy?

Skonstruowanie liniowego wzmacniacza w.c.z. o mocy kilku watów nie jest sprawą prostą. Problem polega na znalezieniu odpowiedniego tranzystora, doborze stabilnego punktu pracy oraz zapewnieniu dopasowania impedancji wejściowej i wyjściowej układu. Przekonała się o tym większość konstruktorów próbujących we własnym zakresie zbudować transceiver SSB, w tym także AVT-2310 (TRX Antek 80m). Próby osiągnięcia mocy ponad 2W kończyły się w wielu przypadkach niepowodzeniem, w tym nawet zniszczeniem zastosowanego tranzystora. Byli tacy, którzy zwalali wszystko na konstruktora Antka, twierdząc, że popularne tranzystory IRF nie nadają się do konstrukcji wzmacniaczy w.c.z. Tymczasem sprawa nie jest jednoznaczna, zwłaszcza wobec faktu, że inny konstruktor, bazując na tym samym układzie, „wycisnął” z tego tranzystora ponad 15W mocy wyjściowej! Oczywiście było to związane z zastosowaniem dodatkowych układów odsprężających w.c.z. w obwodach zasilania tranzystora.

Zadziwiający jest fakt, że firmy produkujące podzespoły nie wyręczyły do tej pory konstruktorów i nie opracowały odpowiednich scalonych wzmacniaczy mocy w.c.z. Niestety krótkofalowcy są nadal skazani na podnoszenie mocy swoich transceiverów QRPP „na piechotę”. Analizując schematy nowoczesnych transceiverów KF, także nic nowego nie zobaczymy, poza nowymi typami tranzystorów, trudnymi do zdobycia na polskim rynku. Inaczej jest w wyższych pasmach (VHF i UHF) – tam jest już prawie regułą, że są stosowane układy hybrydowe mocy. Łatwo zauważyć, że szybki rozwój takich układów w.c.z. został niejako wymuszony poprzez rozwój radiokomunikacji UKF, w tym techniki telefonii komórkowej GSM.

Innym, dobrym przykładem na potwierdzenie faktu, że rynek jest w stanie wymusić na

producentach podzespołów zajęcie się opracowaniem innej grupy wzmacniaczy mocy w.c.z., jest lawinowy rozwój techniki szerokopasmowego dostępu do Internetu. Na skutek takiego zapotrzebowania powstały specjalistyczne, scalone wzmacniacze mocy przeznaczone do urządzeń DSL (Digital Subscriber Loop). Wzmacniacze te są stosowane w technice internetowej ADSL, która wykorzystuje nieużywane, wyższe pasma częstotliwości na linii telefonicznej. W technologii tej jest wykorzystywana górna część pasma ponadakustycznego do transmisji danych (do 1,1MHz). Pojawienie się na rynku niedrogich układów scalonych tego typu było dla krótkofalowców inspiracją do adaptacji aplikacji takich wzmacniaczy na dolne pasma KF. Jednym z takich układów jest układ scalony typu EL1503, produkowany przez amerykańską firmę Intersil.

Na tym właśnie układzie został skonstruowany wzmacniacz liniowy SSB/CW, który może znaleźć wszechstronne wykorzystanie w budowie nadajnika czy transceivera KF. Układ był przetestowany przez autora w minitransceiverze Antek (jako wzmacniacz końcowy, zamiast IRF 520) oraz w układzie prostego nadajnika CW, a także jako wzmacniacz końcowy minitransceivera SSB/80m, którego sercem jest MC3362 (powstałego z modernizacji kitu RX2005).

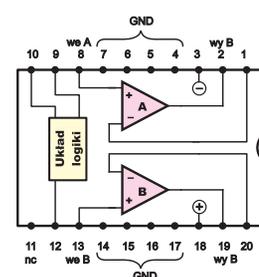
mocy w.c.z. przystosowane do sterowania dwuprzewodowej linii symetrycznej. Według danych katalogowych napięcie zasilania tych wzmacniaczy może wynosić od $\pm 5V$ do $\pm 12V$, częstotliwość graniczna układów dochodzi do około 80MHz, zaś poziom sygnału wyjściowego wzmacniacza, w zależności od impedancji obciążenia, może wynosić około 39Vpp/22 Ω . Szkic charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej wzmacniacza jest pokazany na **rysunku 2**.

Podstawowy schemat liniowego wzmacniacza KF, opracowany dzięki pomysłowi amerykańskiego krótkofalowca KG6TED, umieszczono na szarym tle **rysunku 3**. Sygnał w.c.z. w punkcie We jest podany na wejścia wzmacniaczy EL1503 za pośrednictwem transformatora nawiniętego tryfilarnie. Dzięki dodatkowym rezystorom impedancja wejściowa urządzenia wynosi około 50 Ω . Wzmocniony sygnał wyjściowy z nóżek 2 i 18 jest odbierany przez kondensatory 470nF, a następnie poprzez dwa transformatory bifilarne dopasowane do impedancji anteny 50 Ω . Dodatkowe rezystory zewnętrzne służą do polaryzacji wejść wewnętrznych wzmacniaczy. Zasilanie układu może wynosić $\pm 5 \dots 12V$. Załączenie układu następuje dzięki podaniu „0” logicznego na nóżki 9 i 10 (np. za pośrednictwem przycisku PTT

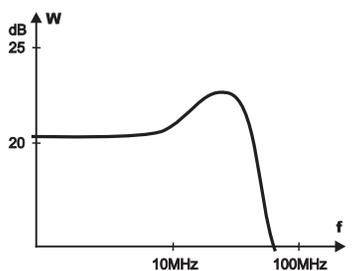
Jak to działa?

Wzmacniacz liniowy SSB/CW powstał na bazie układu scalonego EL1503 w wykonaniu SMD. Szkic wyprowadzeń układu EL1503 w obudowie 20-nóżkowej jest pokazany na **rysunku 1**. Wewnątrz struktury tego układu znajdują się dwa wzmacniacze różnicowe

Rys. 1



Rys. 2



w nadajniku czy transceiverze). Podczas odbioru na tych nóżkach musi być podane napięcie +5V i wtedy układ praktycznie nie pobiera prądu z zasilacza. Nóżki 4, 5, 6, 7 i 14, 15, 16, 17 (będące masą) służą jednocześnie do odprowadzenia ciepła strat. Aby zapewnić lepsze chłodzenie, można na obwodzie drukowanym przylutować pasek blachy miedzianej o długości ok. 50mm i szerokości dla tych ośmiu nóżek, o grubości około 0,5mm i dopiero na tym pasku przylutować EL1503 symetrycznie. Drugi radiator w kształcie litery U, wykonany również z blachy miedzianej lub aluminiowej, można przykręcić bezpośrednio do wierzchu obudowy układu scalonego. Wtedy jest gwarancja, że przy większej mocy nie wystąpi ryzyko zniszczenia układu na skutek przegrzania struktury. Układ wymaga podwójnego napięcia zasilania $\pm 12V$.

Montaż i uruchomienie

Układ wzmacniacza został zmontowany na małej jednostronnej płytce drukowanej pokazanej na rysunku 4. Choć na fotografii widać przypadkowe kondensatory foliowe, to zaleca się użycie kondensatorów SMD ze względu na minimalne indukcyjności własne tych elementów (płytką drukowaną jest przygotowana na montaż elementów SMD). Transformatory toroidalne powinny zawierać po 12 zwojów drutu DNE0,45 na rdzeniach firmy Amidon lub podobnych z materiału 43. TR1 można nawinąć trzema druta-

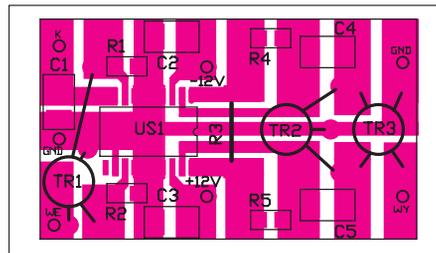
mi jednocześnie na rdzeniu FT37-43, zaś TR2 i TR3 dwoma drutami jednocześnie na rdzeniach FT50-43.

Podczas prób wyjście wzmacniacza powinno być obciążone rezystorem bezindukcyjnym $50\Omega/20W$ (zestawionym np. z 10 rezystorów 470Ω połączonych równolegle) oraz wejściem oscyloskopu do obserwacji sygnału wyjściowego. Przy napięciu zasilania $\pm 5V$ ($I_s=120mA$) i napięciu wejściowym $1,2V_{pp}$ moc wyjściowa układu wynosi $6,5W$ ($18V_{pp}$ na obciążeniu 50Ω). Z kolei przy napięciu zasilania $\pm 12V$ ($I_s=180mA$) i napięciu wejściowym $2,0V_{pp}$ moc wyjściowa układu wynosi $18W$ ($30V_{pp}$ na obciążeniu 50Ω).

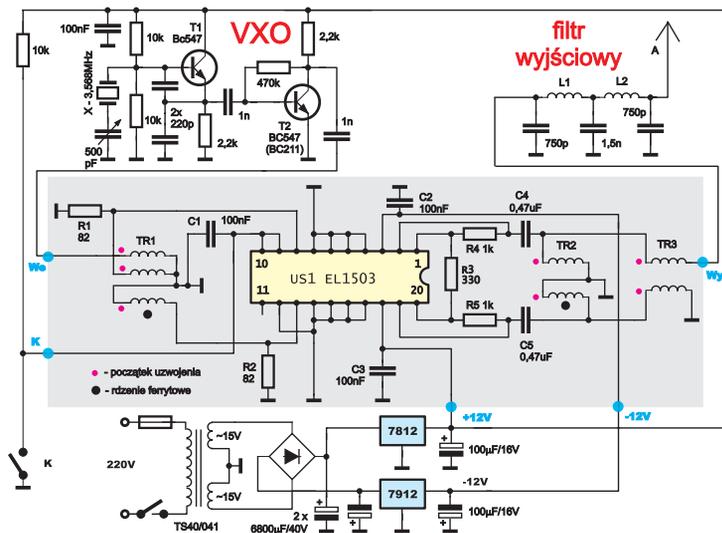
Przy zachowaniu podanych wartości napięcia wejściowego wzmacniacz wykazuje wyjątkowo małe zniekształcenia i ma płaską odpowiedź do ok. 8MHz. Praktyczny brak zawartości harmonicznych w sygnale wyjściowym powoduje, że układ można wykorzystać nawet bez filtra na wyjściu antenowym 50Ω . Lepiej jest jednak zastosować dwuobwodowy filtr typu Pi.

Na rysunku 3 został pokazany przykładowy sposób wykorzystania układu w nadajniku CW.

Rys. 4



Rys. 3



Na tranzystorze T1 zrealizowano prosty układ generatora Vxo. Przy zastosowaniu rezonatora ceramicznego $3,568MHz$ oraz kondensatora zmiennego o pojemności około $500pF$ na wyjściu układu uzyskuje się bez problemu pokrycie całego wycinka CW pasma $80m$, czyli $3,5...3,6MHz$. Tranzystor T2 stanowi prosty układ wzmacniacza (drivera) pracującego w układzie OE. Rezystor polaryzacji bazy powinien być tak dobrany, aby uzyskać na kolektorze połowę napięcia zasilania ($6V$ przy napięciu zasilania $12V$).

Na wyjściu układu znajduje się podwójny dolnoprzepustowy filtr wyjściowy. Cewki filtru powinny mieć indukcyjność około $2,2\mu H$. Dla tej indukcyjności cewki powinny zawierać po 23 zwoje na rdzeniu T50-2(3). Dane filtru dotyczą pasma $4MHz$ „w dół”. Dla $8MHz$ należy podane wartości LC podzielić przez 2. W układzie zasilania został wykorzystany m.in. transformator TS40/041 zawierający dwa uzwojenia po $15V$ oraz stabilizatorów 7812 (dla dodatniej połówki napięcia) i 7912V (dla ujemnej połówki napięcia).

Układ wzmacniacza z takim zasilaczem oraz filtrem wyjściowym sprawdził się z bardzo dobrym skutkiem w minitransceiverze Antek (zamiast IRF520; sterowany BC211 lub 2N2219) oraz w układzie nowego minitransceivera SSB/80m na bazie kitu RX2005 (nadajnik i odbiornik na jednym układzie scalonym MC3362). Załączenie układu następowało poprzez podanie „0” logicznego na nóżki 9 i 10 za pośrednictwem dodatkowego klucza tranzystorowego sterowanego napięciem $+12V/N$. Moc wyjściowa w obydwu przypadkach wynosiła powyżej $5W$. Należy sądzić, że układ tego wzmacniacza spełni swoją rolę także na wyższych pasmach KF, a jedyną niedogodnością jest podwójne zasilanie.

Andrzej Janeczek

Wykaz elementów

US1	EL1503
R1,R2	82 Ω
R3	330 Ω
R4,R5	1k Ω
C1,C2,C3	100nF
C4,C5	470nF/63V (50V)
TR1,TR2,TR3	według opisu w tekście

Płytką drukowaną dostępną jest w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2776