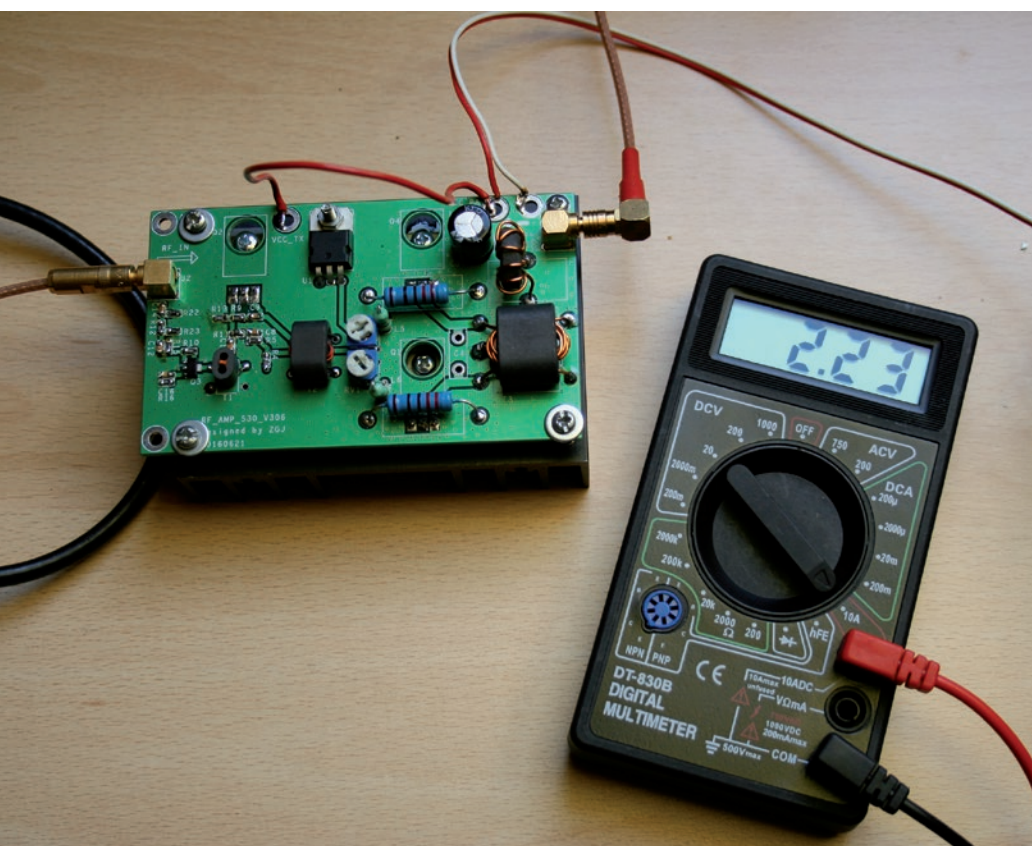


Opis kitu zmontowanego przez Piotra SP9LVZ

Liniowy wzmacniacz mocy DIY KIT 45 W do transceivera SSB



Wśród wielu dostępnych na rynku chińskich zestawów elektronicznych (kompletów części do samodzielnego złożenia) przeznaczonych dla krótkofalowców jest liniowy wzmacniacz 45 W mocy do transceivera SSB. Niniejszy opis dotyczy kitu zakupionego przez redakcję i zmontowanego przez Piotra SP9LVZ.

Prezentowany poniżej liniowy wzmacniacz mocy to kompletny moduł zapewniający około 40 dB wzmocnienia mocy i przeznaczony do szerokopasmowego transceivera HF.

Schemat ideowy układu zaczerpnięty z sieci z poprawkami SP9LVZ jest pokazany na **rysunku 1**.

W dwustopniowym driverze zostały użyte tranzystory bipolarne, a w przeciwsobnym stopniu mocy dwa tranzystory MOSFET.

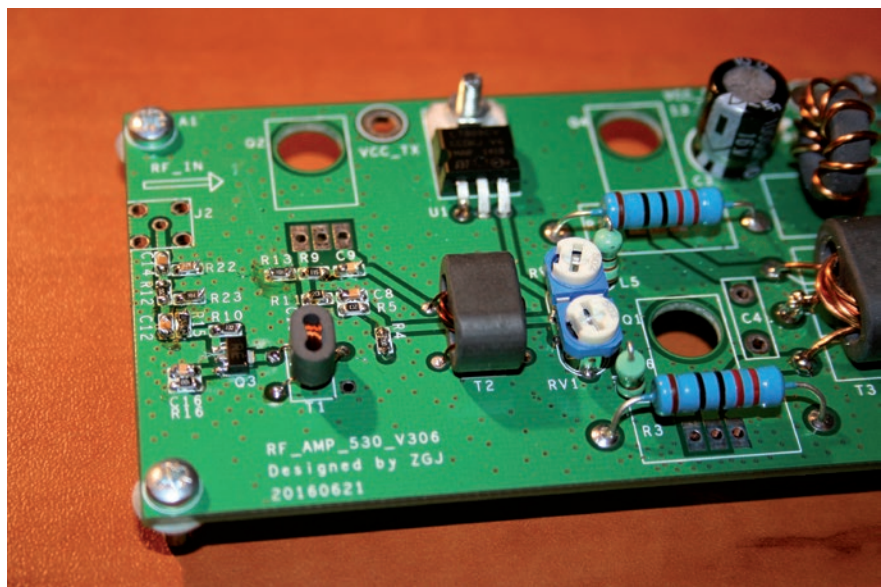
Sygnał z nadajnika o mocy 1–5 mW jest wpierw podany na 3 dB tłumik rezystorowy R22–R12–R23, a następnie na pierwszy wzmacniacz w klasie A z tranzystorem Q1 (2SC3357).

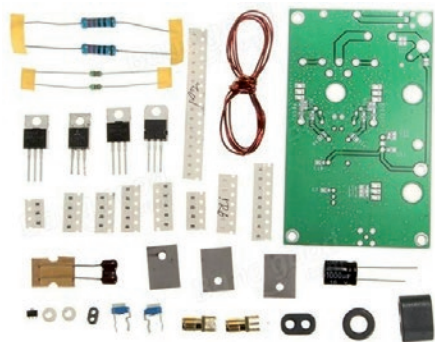
Dopasowanie międzystopniowe odbywa się za pośrednictwem transformatora T1.

Drugi stopień drivera pracuje także w klasie A, ale z tranzystorem nieco większej mocy Q2 (2SC1971). W obwodzie kolektora tego tranzystora jest włączony transformator dopasowujący T2, którego uzwojenie pierwotne jest zmostkowane rezystorem.

Oryginalny stopień końcowy pracuje w układzie przeciwsobnym w klasie AB na dwóch popularnych i tanich tranzystorach IRF530. Napięcie otwarcia V_{gs} w tych tranzystorach wynosi w granicach 3–4 V, a stan nasycenia prądu kanału (drenu) o wartości około 4 A osiąga przy napięciu bramki około 7–8 V. Maksymalna moc rozproszenia dla tych tranzystorów wynosi ponad 40 W. Zastosowane nietypowe sterowanie bramek tranzystorów Q3 i Q4 z jednego uzwojenia wtórnego transformatora TR2 sprawia, że dzięki rezystorom R8–R14 występuje symetryzacja sterowania tranzystorów mocy.

Rozdzielona polaryzacja bramek dla każdego tranzystora za pomocą potencjometrów RV1 i RV2 umożliwia precyzyjne ustawienie prądu spoczynkowe-





Zawartość zakupionego zestawu DIY KIT 45 W

go i jest korzystna w przypadku stosowania nieparowanych tranzystorów w stopniu przeciwobnym. Obwody bramek są zasilane stabilizowanym napięciem za pomocą stabilizatora scalonego U1 (LM7809).

Na drenach tranzystorów wzmocone sygnały są w przeciwfazie, co w efekcie daje dodatkowe sfłumienie harmonicznych.

Sygnały wyjściowe z wtórnego uzwojenia transformatora przeciwobnego T3 są podane poprzez filtr dolnoprzepustowy i przełącznik do anteny (elementów tych nie ma w zestawie).

Kit nie zawiera też radiatora aluminiowego, który jest niezbędny do odprowadzenia ciepła z tranzystorów mocy.

Elementy wzmacniacza zostały zmontowane na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 60×100 mm.

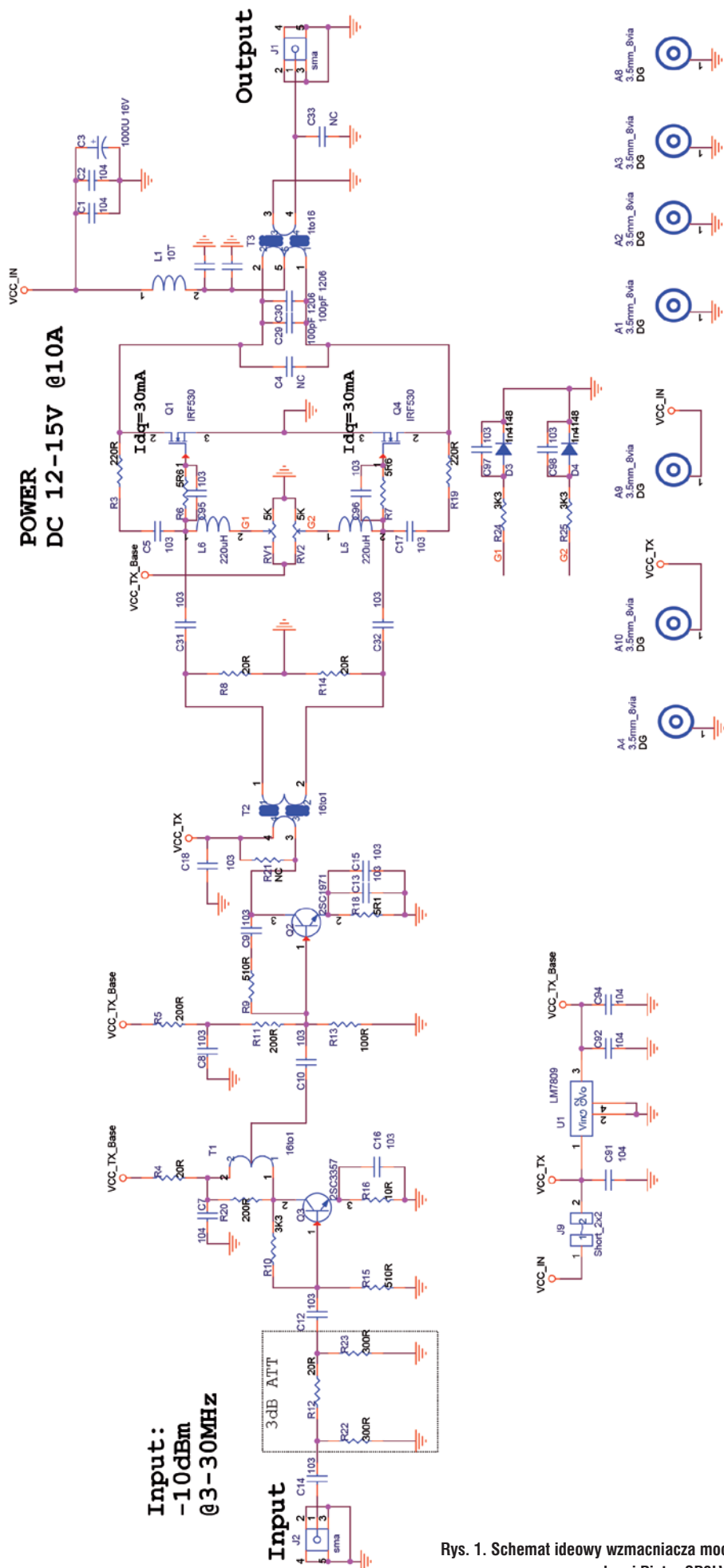
Rozmieszczenie elementów na płytce ilustruje **rysunek 2**.

Ponieważ zastosowane tranzystory w obudowach TO220 mają drena połączone galwanicznie z radiatorem, konieczne jest wstawienie pomiędzy radiatorem podkładek izolacyjnych (są w zestawie). Należy zwrócić uwagę, aby śruby M3 należycie dociskały radiatory tranzystorów do podkładek izolacyjnych i oczywiście głównego radiatora chłodzącego.

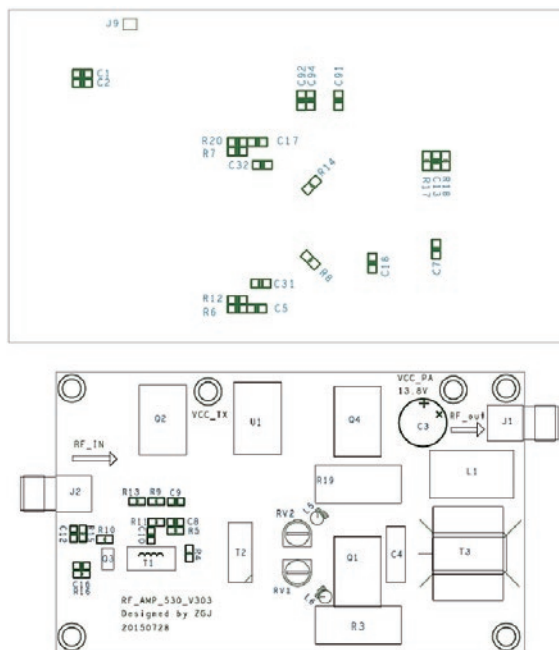
Najtrudniejszym etapem jest nawinięcie transformatorów T1–T3 oraz dławika w obwodzie zasilania L1.

Transformatory dopasowujące należy nawinąć drutem z zestawu na rdzeniach dwuotworowych, a dławik na ferrytowym rdzeniu pierścieniowym.

Sposoby nawinięcia transformatorów są pokazane na **rysunkach 3, 4 i 5**. Dławik L1 zawiera 10 zwojów grubego drutu na ferrytowym rdzeniu toroidalnym (indukcyjność około 5 μ H).



Rys. 1. Schemat ideowy wzmacniacza mocy z poprawkami Piotra SP9LVZ

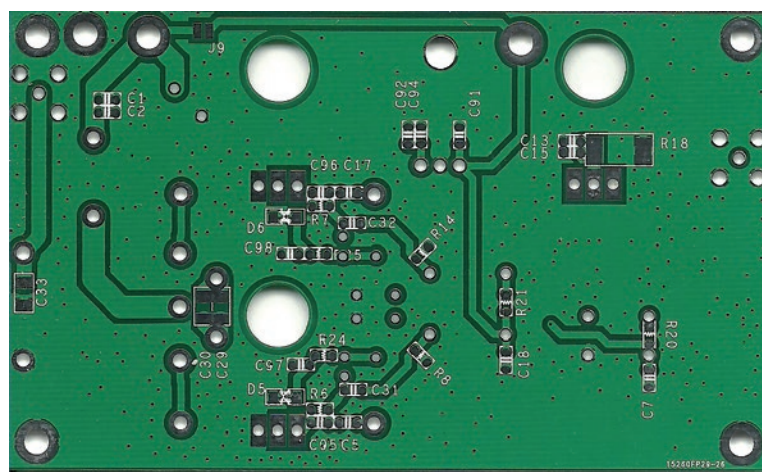
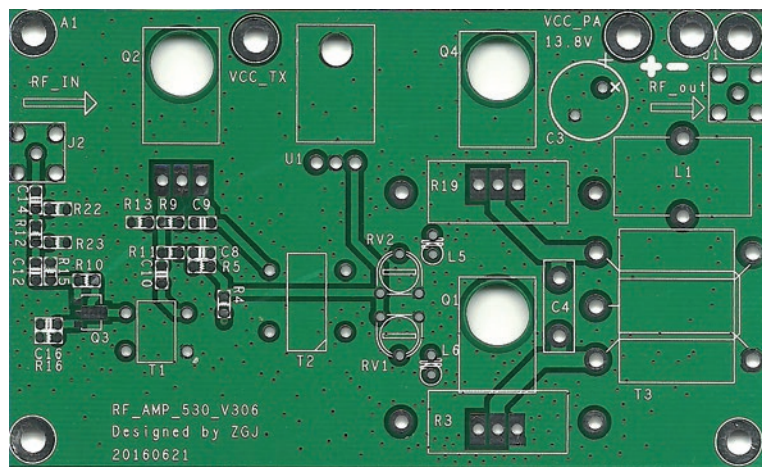


Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce PCB

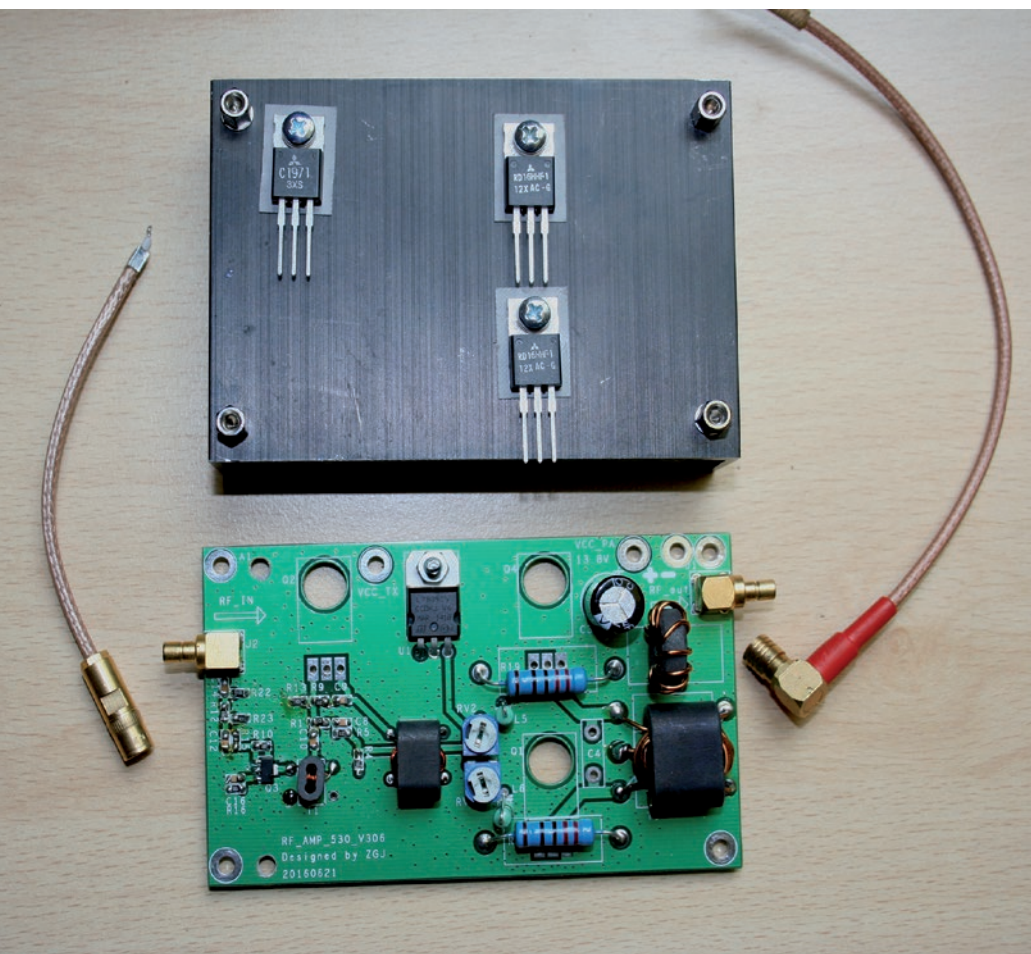
Napięcie zasilające wzmacniacz powinno zawierać się w zakresie 12–15 V.

Zasilacz powinien mieć wydajność prądową około 10 A (pobór prądu przy modulacji wynosi 6–8 A).

Zmontowany układ wymaga właściwego ustawienia prądów spoczynkowych za pomocą po-



Dwustronna płytka drukowana wzmacniacza



tencjometrów montażowych RV1 i RV2. Wstępne prądy spoczynkowe dla każdego z tranzystorów należy ustawić na 30 mA.

Kończącą regulację najlepiej wykonać przy jednoczesnej kontroli sygnału wyjściowego za pomocą oscyloskopu lub analizatora widma (na minimum zniekształceń i maksimum mocy wyjściowej).

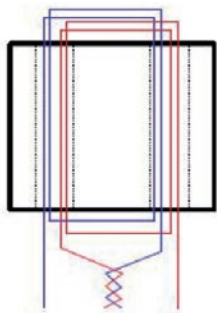
Pomiar mocy wyjściowej wzmacniacza można wykonać najprościej za pośrednictwem profesjonalnego miernika mocy RF lub metodą techniczną (pomiar napięcia w.c.z. na sztucznym obciążeniu – rezystorze bezindukcyjnym 50 Ω /50 W).

Należy też pamiętać, aby w czasie pomiarów nie odłączać obciążenia od stopnia mocy, bo może spowodować zniszczenia tranzystorów końcowych wzmacniacza.

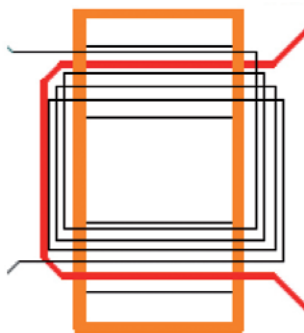
Moc wyjściowa nie jest stała w całym zakresie i zależy od mocy doprowadzonej oraz częstotliwości.

Podane poniżej wartości mocy wzmacniacza zostały zaczerpnięte ze strony internetowej:

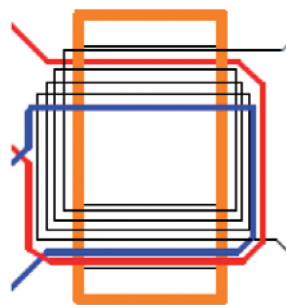
3,50 MHz – 54 W, 7,05 MHz – 56 W, 10,00 MHz – 57 W, 14,27 MHz –



Rys. 3. Sposób nawinięcia transformatora T1. Uzwojenie pierwotne transformatora T1 zawiera 4 lub 5 zwojów drutu DNE 0,4 (indukcyjność około $7,76 \mu\text{H}$), a wtórne 2 zwoje (indukcyjność około $1,95 \mu\text{H}$)



Rys. 4. Sposób nawinięcia transformatora T2. Uzwojenie pierwotne transformatora T2 zawiera 6 zwojów (indukcyjność około $3,6 \mu\text{H}$), a wtórne 2 zwoje (indukcyjność około $0,12 \mu\text{H}$)



Rys. 5. Sposób nawinięcia transformatora T3. Uzwojenie pierwotne transformatora T3 zawiera dwa uzwojenia bifilarne po 2 zwoje grubego drutu (indukcyjność około $0,26 \mu\text{H}$), a wtórne 6 zwojów (indukcyjność około $3,8 \mu\text{H}$)

55 W, 21,40 MHz – 41 W, 24,00 MHz – 37 W, 28,10 MHz – 25 W, 29,60 MHz – 20 W.

Test SP9LVZ

Co do PCB nie mam zastrzeżeń, lutowało się bardzo dobrze, nie było błędów na płytce.

W stosunku do zamieszczonego powyżej schematu, rezystory dzielnika napięcia polaryzacji bazy tranzystora Q2 (R5, R11 i R13) mają wartości takie, jak na innym dostępnym w sieci schemacie oryginalnym: R5= 200 R, R11=200 R i R13 =100 R.

Wzmacniacz po zmontowaniu w wersji oryginalnej zachowuje się zgodnie z założeniami i parametrami opisywanymi w dostępnych publikacjach.

W przypadku zastosowania tranzystorów IRF530 największym mankamentem jest nierównomierność wzmocnienia mocy na wyższych pasmach. W paśmie 3,5 MHz przy sterowaniu mocą ok. 5 mW moc wyjściowa dochodzi do 50 W, a na 28 MHz spada do 20 W. Stosując tego typu moduły do urządzeń QRP, oczekujemy bardziej wyrównanych charakterystyk wzmocnienia, przy sterowaniu niższym poziomem sygnału. W związku z powyższym w drugiej wersji testowej dokonałem zamiany IRF 530 na RD16HHF1 tj. na tranzystory przeznaczone do wzmacniaczy HF. Ich zastosowanie wymaga zmiany połączeń wyprowadzeń S i D na płytce. Zaletą tranzystorów RD16HHF1 jest to, że źródło połączone jest z obudową i nie ma potrzeby stosowania przekładek izolacyjnych. Uzyskujemy bardzo dobre odprowadzenie ciepła do radiatora. Testy drugiej wersji wykonałem, sterując wzmacniacz sygnałem o poziomie 0,5 mW (150 mV/50 Ω). Jest to wielkość sygnału możliwa do zyskania po filtrze pasmowym mieszacza nadajnika SSB. W tej

wersji udało się uzyskać moc wyjściową 17–20 W, w pasmach 7,0–28,0 MHz, w paśmie 3,5 MHz moc spadała do 15 W. Wystąpiła odwrotna sytuacja, ze wzrostem częstotliwości uzyskiwałem większą moc wyjściową. Biorąc pod uwagę, że po filtrach pasmowych nadajnika najczęściej uzyskujemy spadek napięcia ze wzrostem częstotliwości, należy oczekiwać, że dzięki temu nastąpi automatyczne wyrównanie poziomów mocy wyjściowej na poszczególnych pasmach HF.

Prąd spoczynkowy tranzystorów był ustawiony na poziomie 100 mA, przy napięciu zasilania 13,8 V. Przy obniżeniu napięcia zasilania do 12 V moc wyjściowa spadała do poziomu 15 W.

W związku z tym, że regulacja prądów spoczynkowych jest napięciowa i sam element regulacyjny nie zmienia poboru prądu, prądy spoczynkowe tranzystorów mierzyłem jako przyrosty poboru prądu przez układ bez wystawiania sygnału.

Na zdjęciach amperomierz pokazuje pobór prądu bez wystawiania (pobór płytki 240 mA i 2×100 mA prądy spoczynkowe RD16HHF1) i z wystawianiem do poziomu mocy ok. 18 W outp. (2,5 A przy 13,8 V).

Wzmacniacz zachowywał się poprawnie sterowany sygnałem SSB, pracował liniowo bez wzbudzeń. Stopień końcowy pracuje w układzie symetrycznym (obniża poziom harmonicznych), mam zamiar zastosować na wyjściu dwuobwodowe pasmowe filtry dolno-przepustowe.

Piotr SP9LVZ

<https://pl.aliexpress.com/item/DIY-KITS-45W-SSB-linear-power-amplifier-for-transceiver-HF-radio-shortwave-40dB-free-shipping/32613452032.html?spm=2114.13010608.0.0.srBjYj>

Prenumerujesz więcej niż jedno czasopismo wydawnictwa AVT?

Witaj w Klubie AVT!

Możesz co miesiąc otrzymywać **darmowe numery archiwalne** – według formuły **n-1** (gdzie **n** to liczba opłaconych prenumerat).
Szczegóły na www.avt.pl/klub

Jeszcze nie prenumerujesz? Złóż zamówienie na prenumeratę: • www.avt.pl/prenumerata • 22 257 84 22 • prenumerata@avt.pl