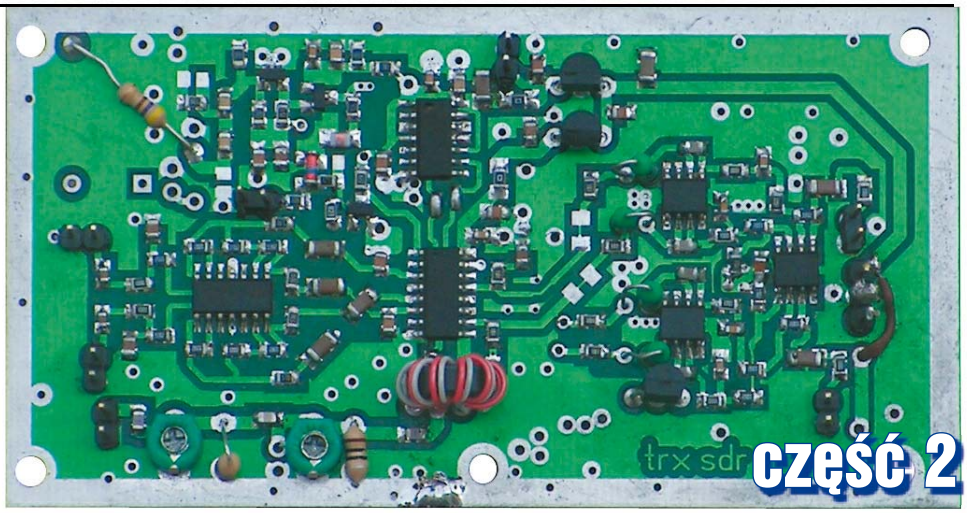
kit 2954 AVT



część 2

TRX SDR na fale krótkie

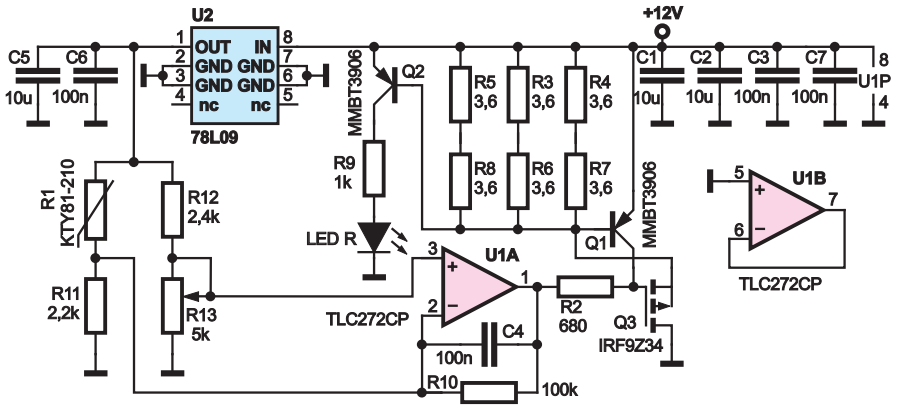
W tej części artykułu o TRX-ie SDR opisane zostały dodatkowe bloki tego urządzenia: przetwornica –9V, układ stabilizacji temperatury generatora SI570 oraz liniowy wzmacniacz mocy. Mogą one być wykorzystane również w innych urządzeniach, np. układ stabilizacji temperatury i przetwornica –9V mogą znaleźć zastosowanie w opisywanym w EdW 8/2009 odbiorniku HPSDR (AVT-2909), a wzmacniacz mocy w dowolnym urządzeniu nadawczym na fale krótkie.

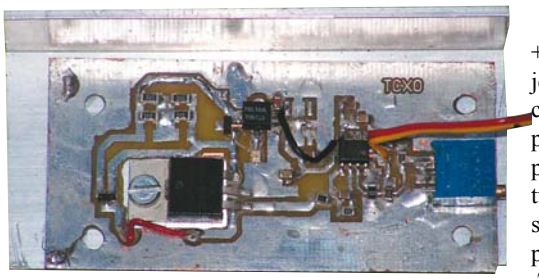
Termostat

Układ ten służy do stabilizacji temperatury kostki SI570. Schemat modułu pokazany jest na **rysunku 1**. Układ SI570 wykazuje dość silną zależność między temperaturą otoczenia, a generowaną częstotliwością. Zmiany częstotliwości (temperatury) układu SI570 są najsilniejsze w pierwszych minutach od włączenia układu. Zastosowanie układu termostatu pozwala uzyskać po osiągnięciu zadanej temperatury (parę minut) dużą stabilność częstotliwości generatora, niezależnie od temperatury otoczenia. Opisany układ bazuje na podobnych opisach dostępnych w Internecie. Cechą, która go wyróżnia, jest użycie tranzystora MOSFET z kanałem P jako elementu grzejnego. Przyjęte rozwiązanie ma jedną dużą zaletę, nie wymaga stosowania podkładki izolacyjnej, dren tranzystora IRF9Z34 podłączony jest bezpośrednio do metalowej części obudowy TO-220, dzięki czemu może być ona bezpośrednio połączona z masą układu. Funkcję czujnika temperatury pełni czujnik krzemowy typu KT81-210. W porównaniu z klasycznymi termistorami NTC czujniki krzemowe posiadają lepszą stabilność w funkcji czasu. Napięcie zasilające czujnik i wytwarzające napięcie odniesienia (regulujące temperaturę) wytwarzane jest za pomocą stabilizatora 78L09. Porównywanie temperatury mierzonej z zadaną odbywa się w podwójnym wzmacniaczu operacyjnym typu TLC272. W układzie wykorzystano tylko jedną połówkę tego układu, druga jest niewykorzystana. Wzmocnienie układu ograniczone jest przez opornik R10, a szybkość reakcji na zmiany temperatury przez kondensator C4. W układzie tym nie należy spodziewać się szybkich zmian temperatury. Pożądaną wartość temperatury ustawia się za pomocą potencjometru wieloobrotowego R13. Sygnał błędu ze wzmacniacza operacyjnego steruje bramką tranzystora MOSFET przez rezystor R2. Wartość prądu płynącego przez tranzystor ogranicza obwód z rezystorami R3-R8 i tranzystorem Q1 typu pnp – MMBT3906. Zamiast tranzystora MMBT3906 można wykorzystać dowolny tranzystor małej częstotliwości typu pnp. Wartość prądu płynącego przez tranzystor można obliczyć ze wzoru I = 0,6/R, gdzie R jest wartością wypadkową sześciu równolegle połączonych rezystorów R3-R8. W przypadku, gdy wartość spadku napięcia na rezystorach przekroczy wartość 0,6V (spadek napięcia na złączu baza-emiter), tranzystor MOSFET przestaje być wysterowywany (napięcie bramki zwierane jest przez tranzystor MMBT3906 do +12V), a tranzystor IRF przestaje podgrzewać układ SI570. W układzie ograniczającym prąd użyto oporników SMD w rozmiarze 1206. Wartość prądu podgrzewającego powinna mieścić się w zakresie od 250–1000mA i zależy od zastosowanej izolacji termicznej. Większej wartości prądu podgrzewającego wymagają układy gorzej izolowane termicznie. Proces grzania sygnalizowany jest przez świecenie diody LED. Informacja o stopniu wysterowania tranzystora grzejącego (świecenie diody LED) zmienia się w sposób płynny. Po jaskrawości świecenia diody LED jesteśmy w stanie zorientować się co do odchyłki pomiędzy temperaturą ustawioną a temperaturą czujnika.

Układ najlepiej zmontować w formie kanapki na kształtowniku aluminiowym w kształcie litery T lub L. Z jednej strony kształtownika przymocowujemy płytkę generatora SI570, z drugiej strony płytkę termostatu. Obie płytki skręcone są ze sobą za pomocą śrub typu M3. W celu jak najlepszego przekazywania ciepła z tranzystora do płaskownika obudowę tranzystora IRF należy posmarować smarem termoprzewodzącym. Otwór pod tranzystor mocy uzyskujemy po wyłamaniu wstępnie zaznaczonego otworami obszaru na płytce drukowanej, a otrzymany otwór wygładzamy za pomocą pilnika. Cały układ należy

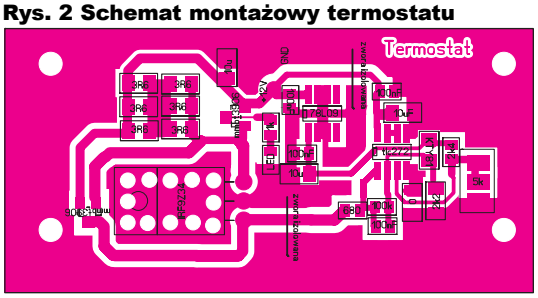
Rys. 1 Schemat ideowy termostatu





Fot. 1

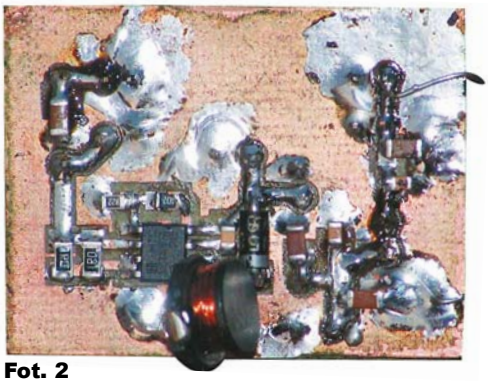
Rys. 2 Schemat montażowy termostatu



zaizolować termicznie za pomocą styropianu (wystarczy grubość 1cm). Czujnik temperatury należy przykleić do obudowy układu SI570, a połączenia pomiędzy czujnikiem a płytką wykonać za pomocą dwóch skręconych z sobą przewodów. Temperatura pracy termostatu powinna wynosić około 45°C. Opisany układ może być użyty w odbiorniku HPSDR, jak również w dowolnym innym układzie stabilizacji temperatury np. generatora kwarcowego. Zmontowany układ widoczny jest na **fotografii 1**. Schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**.

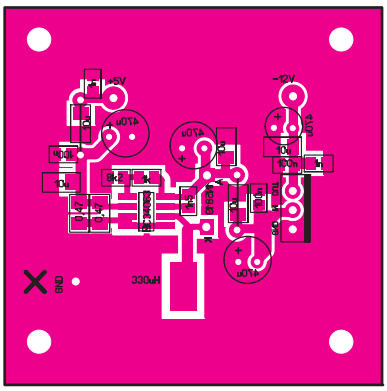
Przetwornica –9V

W celu optymalnej pracy wzmacniaczy operacyjnych układu TRX i odbiornika HPSDR wskazane jest ich zasilenie napięciem symetrycznym, co wymaga zastosowania transformatora sieciowego z dwoma niezależnymi uzwojeniami. Mimo że zdobycie takiego transformatora nie jest trudne, wiele osób uznaje konieczność jego użycia za poważną wadę. Pomijając możliwość wykorzystania zwykłego transformatora i podwajacza jednopołówkowego, problem można też rozwiązać za pomocą odpowiedniej przetwornicy. Schemat proponowanej przetwornicy pokazany jest na **rysunku 3**. Opisana w artykule przetwornica zbudowana jest na dość starym, ale powszechnie dostępnym i tanim układzie scalonym MC34063. Całość pracuje w układzie przetwornicy podwyższającej, zmieniającej polaryzację napięcia i zamienia napięcie +5V na –12V. Napięcie –12V obniżane jest do -9V za pomocą stabilizatora napięcia ujemnego typu 7909. Stabilizator ten pełni funkcję aktywnego filtru redukującego poziom tętnień (zakłóceń) na wyjściu przetwornicy. Należy zwrócić uwagę na fakt, że stabilizatory napięcia ujemnego niektórych producentów wymagają pojemności na wejściu i wyjściu stabilizatora ponad 100µF, gdyż w przeciwnym wypadku wzbudzają się. W układzie zastosowano kilka filtrów dolnoprzepustowych, zbudowanych na rdzeniach ferrytowych typu F1001, połączonych z kondensatorami. W celu zapewnienia dobrego odsprzężenia układu w szerokim zakresie częstotliwości, w układzie wykorzystano szereg kondensatorów, różniących się wartościami pojemności. Pewnego wyjaśnienia wymaga dławik L3, ponieważ właśnie ten element przysporzył najwięcej problemów podczas pierwszego uruchomienia układu. Pierwotnie jego funkcję pełnił dławik o takiej wartości (330uH), nawinięty na rdzeniu toroidalnym F1001 (jego wartość sprawdzono za pomocą miernika indukcyjności), układ jednak źle stabilizował napięcie wyjściowe i bardzo silnie reagował nawet na niewielkie zmiany obciążenia, zmieniając napięcie na swoim wyjściu. Problem całkowicie rozwiązało zastosowanie jako tej indukcyjności fabrycznego dławika z otwartym strumieniem. Winę za złe działanie układu w przypadku zastosowania rdzenia toroidalnego ponosiło najprawdopodobniej zjawisko nasycania się rdzenia. Rdzenie toroidalne nasycają się znacznie szybciej niż układy z otwartym strumieniem magnetycznym. Zaletą rdzeni toroidalnych jest mały poziom zakłóceń generowanych przez pole rozproszone. Jako L3 można użyć oczywiście dławika innego niż podany w spisie elementów, ale uwzględniając podane wcześniej zastrzeżenia. Zastosowany dławik powinien dodatkowo mieć możliwie małą wartość rezystancji szeregowej. Masa tego układu powinna być połączona tylko w jednym punkcie oznaczonym literą x na płytce drukowanej z resztą mas (np. przez metalową tulejkę dystansową), reszta tulejek powinna być plastikowa. Układ dobrze jest zaekranować cienką blachą stalową. Poziom zakłóceń generowanych przez ten układ jest na tyle mały, że nadaje się do zastosowania w urządzeniach radiowych i innych układów wymagających użycia ujemnego napięcia zasilania o niskim poziomie zakłóceń. Wartość napięcia wyjściowego może być zmieniana za pomocą elementów towarzyszących układowi MC34063 i wymiany stabilizatora szeregowego. Odpowiedni kalkulator wyliczający żądane wartości elementów układu MC34063 w zależności od żądanego napięcia wyjściowego, prądu i częstotliwości pracy przetwornicy można znaleźć pod adresem **http://www.nomad.ee/micros/mc34063a/index.shtml**. Zmontowany układ pokazano na **fotografii 2**, schemat montażowy na **rysunku 4**.

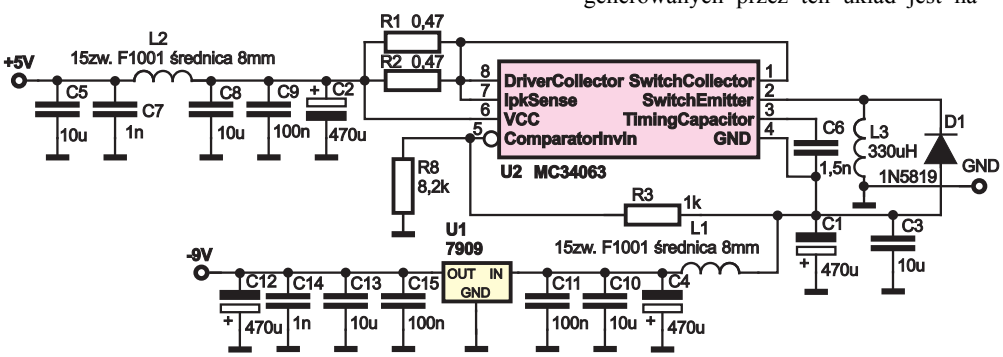


Fot. 2

Rys. 4 Schemat montażowy przetwornicy –9V

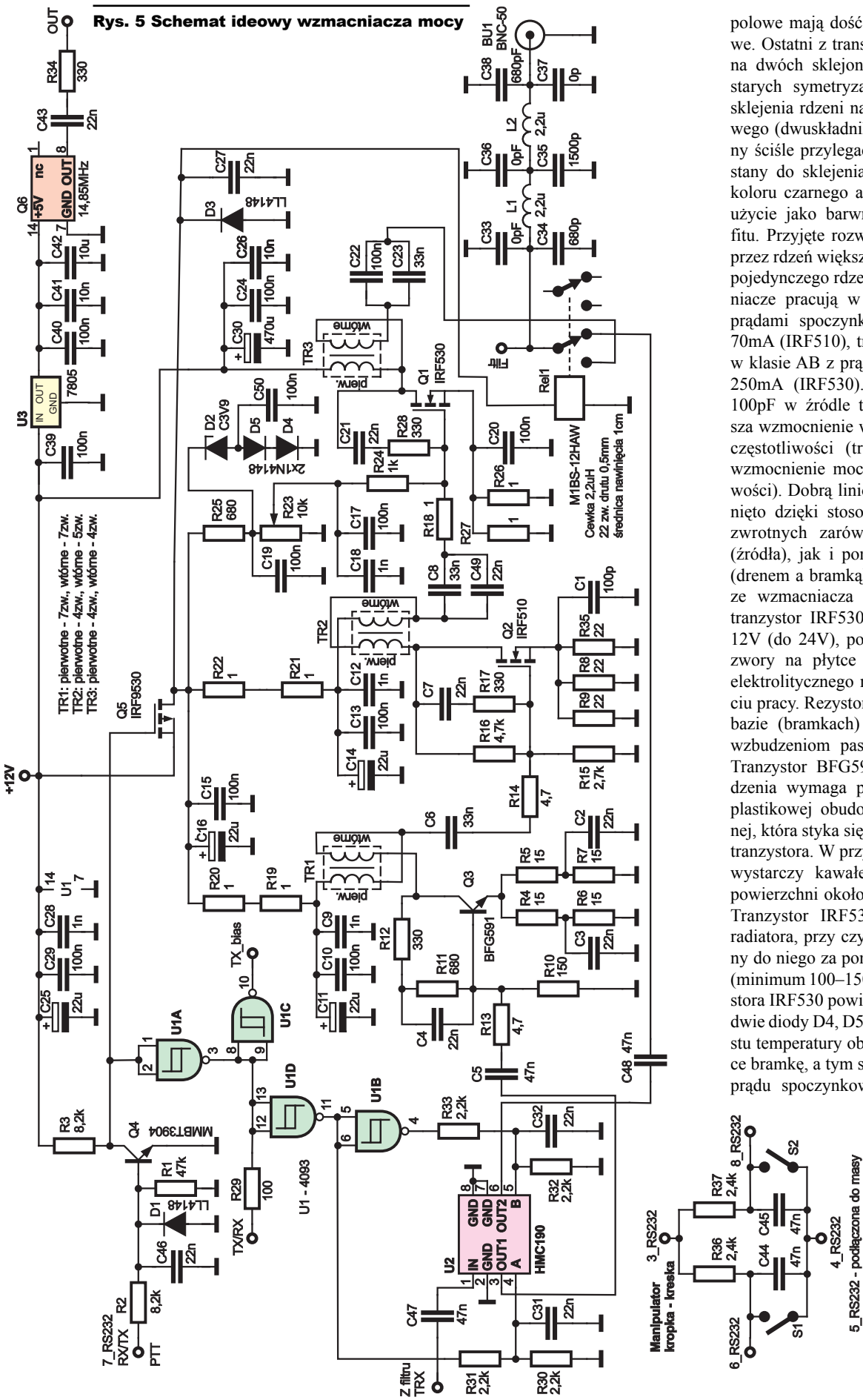


Rys. 3 Schemat ideowy przetwornicy –9V



Wzmacniacz mocy w.cz.

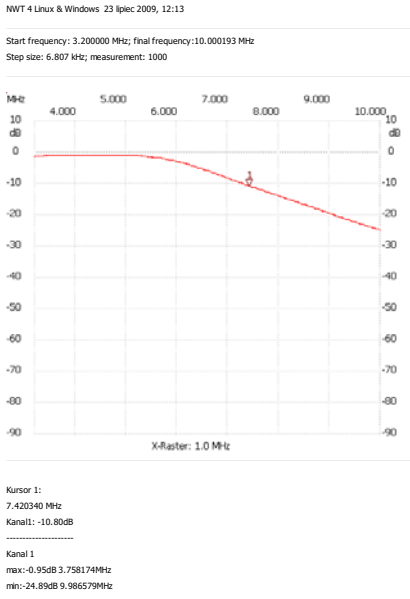
Opisany wzmacniacz mocy jest konstrukcją szerokopasmową i pracuje w całym zakresie fal krótkich. W układzie tym użyto szeregu ciekawych rozwiązań. Mimo, że układ przeznaczony został do urządzeń SDR, praktycznie bez żadnych modyfikacji może znaleźć zastosowanie w każdym urządzeniu nadawczym na fale krótkie. Impedancja wejścia i wyjścia układu zbliżona jest do 50Ω. Niektóre elementy nie muszą być montowane, o tym jednak później. Schemat ideowy widzimy jest na **rysunku 5**. Szerokopasmowość układu uzyskano dzięki zastosowaniu transformatorów sprzęgających poszczególne stopnie wzmocnienia ze sobą. Pierwsze dwa transformatory obniżają impedancję, ostatni pracuje jako transformator podwyższający impedancję. To, czy dany transformator obniża, czy podwyższa impedancję, zależy tylko od połączenia uzwojeń transformatora. Stosowanie transformatorów obniżających rezystancję ma na celu zapewnienie odpowiednio dobrego wysterowania tranzystorów polowych, szczególnie na wyższych częstotliwościach. Zastosowane tranzystory



Rys. 5 Schemat ideowy wzmacniacza mocy

polowe mają dość duże pojemności wejściowe. Ostatni z transformatorów nawinięty jest na dwóch sklejonych ze sobą rdzeniach ze starych symetryzatorów telewizyjnych. Do sklejenia rdzeni należy użyć kleju epoksydowego (dwuskładnikowego), a rdzenie powinny ściśle przylegać do siebie. Klej wykorzystany do sklejenia rdzeni nie powinien być koloru czarnego ani szarego, ze względu na użycie jako barwnika sproszkowanego grafitu. Przyjęte rozwiązanie pozwala przenieść przez rdzeń większą moc, niż gdybyśmy użyli pojedynczego rdzenia. Dwa pierwsze wzmacniacze pracują w klasie A, odpowiednio z prądami spoczynkowymi 40mA BFG591 i 70mA (IRF510), tranzystor końcowy pracuje w klasie AB z prądem spoczynkowym około 250mA (IRF530). Kondensator o wartości 100pF w źródle tranzystora IRF510 zwiększa wzmocnienie wzmacniacza dla wyższych częstotliwości (tranzystory mają mniejsze wzmocnienie mocy dla większych częstotliwości). Dobrą liniowość wzmacniacza osiągnięto dzięki stosowaniu ujemnych sprzężeń zwrotnych zarówno w obwodzie emitera (źródła), jak i pomiędzy kolektorem a bazą (drenem a bramką). Większą moc wyjściową ze wzmacniacza można uzyskać, zasilając tranzystor IRF530 z napięcia wyższego niż 12V (do 24V), po rozłączeniu odpowiedniej zwory na płytce i wymianie kondensatora elektrolitycznego na inny, o wyższym napięciu pracy. Rezystory o wartości paru omów w bazie (bramkach) tranzystorów zapobiegają wzbudzeniom pasożytniczym wzmacniacza. Tranzystor BFG591 w celu poprawy chłodzenia wymaga przylutowania z obu stron plastikowej obudowy kawałka foli miedzianej, która styka się z powierzchnią plastikową tranzystora. W przypadku tranzystora IRF510 wystarczy kawałek blachy aluminiowej o powierzchni około 10–15 cm kwadratowych. Tranzystor IRF530 wymaga dość dużego radiatora, przy czym musi być on przykręcony do niego za pomocą podkładki izolacyjnej (minimum 100–150 cm^2). Do radiatora tranzystora IRF530 powinny być też przymocowane dwie diody D4, D5, które pod wpływem wzrostu temperatury obniżają napięcie polaryzujące bramkę, a tym samym zmniejszają wartość prądu spoczynkowego tranzystora wraz ze wzrostem jego temperatury. Wartość prądu spoczynkowego regulowana jest za pomocą potencjometru wieloobrotowego. Przełączanie w stan nadawania uzyskane jest dzięki zastosowaniu przełącznika HMC190MS8, przekaźnika elektromechanicznego, układu CD4093, tranzystora z kanałem P oraz tranzystora MMBT3904. Na

wejściu wzmacniacza znajduje się układ przełącznika elektronicznego w.cz. firmy Hittite typu HMC190MS8. Zaletą zastosowanego układu jest bardzo niska cena wynosząca około 1,5zł za sztukę, zdolność przenoszenia dużych mocy nawet do 1W (nigdy nie będą występowały w tym miejscu moce większe niż 10mW) i doskonała odporność intermodulacyjna. Parametr IP3+ mówiący o odporności intermodulacyjnej wynosi aż +50dBm. Izolacja pomiędzy wrotami przełącznika do 30MHz wynosi ponad 35dB. Układy tego typu produkuje wielu producentów. Pewną wadą w tych układach jest konieczność usunięcia składowej stałej (zastosowanie kondensatorów separujących na wszystkich wrotach przełącznika mimo podawania przez producentów, że układy pracują od napięć stałych) oraz konieczność sterowania przełącznika dwoma sygnałami naraz. Układ ma dwa wejścia sterujące oznaczone jako A i B, stany na tych wejściach powinny być zawsze przeciwne, tzn. jeśli na jednym z wejść występuje stan niski, na drugim musi być stan wysoki. Poziom stanu wysokiego może wynosić maksymalnie 8V. Większym wartościom napięć sterujących odpowiada większa wartość odporności na modulację skrośną. Odpowiednie napięcia sterujące pracą przełącznika wytwarzane są przez dwa inwertery Schmitta układu CD4093. Sygnał z wyjścia nadajnika (duża moc) przełączany jest już za pomocą zwykłego przekaźnika elektromechanicznego. Przekaźnik półprzewodnikowy zastosowanego typu nie jest w stanie przenieść mocy naszego wzmacniacza. Na uwagę zasługuje w tym układzie fakt, że dwa pierwsze stopnie i polaryzacja trzeciego stopnia wzmacniacza załączane są tylko podczas nadawania. Funkcję klucza załączającego napięcia zasilania tych tranzystorów pełni tranzystor MOSFET z kanałem typu p. Dzięki przyjętemu rozwiązaniu szumy wzmacniacza mocy nie zakłócają pracy odbiornika. Stanem aktywującym nadawanie jest stan wysoki na złączu PTT wzmacniacza mocy. Zastosowane rozwiązanie umożliwia sterowanie wzmacniaczem zarówno za pomocą poziomów logicznych TTL (procesor ATtiny45 układu SI570), jak i sygnałów o poziomów logicznych standardu RS232 (sterowanie z wykorzystaniem programu autorstwa M0KGK). Dioda L4148 (1N4148 w obudowie SMD) zabezpiecza układ przed zbyt dużym ujemnym napięciem pochodzącym od portu RS232, ograniczając ujemne napięcie do poziomu – 0,6V. Dodatkowa „wolna” bramka układu CD4093 umożliwia sterowanie pracą zewnętrznego wzmacniacza przeciwsobnego na MOSFET--ach przez zwieranie napięcia ich bramek do masy za pomocą zewnętrznego tranzystora npn. Dodatkowe elementy na złączu RS232 służą do sterowania kluczem telegraficznym (emisja CW) z programu PowerSDR. Pokazany na schemacie filtr dolnoprzepustowy może być zastosowany tylko w wersji jednopasmowej, podane pojemności na schemacie dotyczą pasma 80m. Pojemności oznaczone jako 0 pozwalają złożyć kondensator o żądanej pojemności z paru kondensatorów o mniejszej pojemności. Filtr ten pracuje zarówno podczas nadawania i odbioru. Charakterystykę tego filtru pokazano na **rysunku 6**. W wersji na cały zakres KF filtr ten nie jest montowany. Płytka drukowana ma dodatkowe miejsce na generator kwarcowy i stabilizator scalony, który może być użyty w urządzeniu SDR (wersja przewlekana), montowanie jego nie jest jednak konieczne, gdyż analogiczne elementy znajdują się na płytce TRX-a.

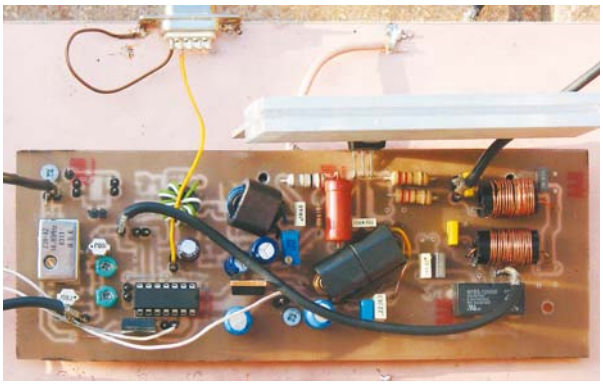


Rys. 6 Charakterystyka filtru pracującego podczas nadawania i odbioru

Zmontowany układ przedstawiono na **fotografii 3**, schemat montażowy na **rysunku 7**.

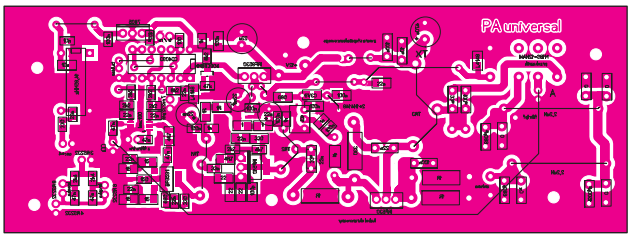
Uruchomienie układu

W układzie powinny być zastosowane elementy o mocy strat i napięciu pracy podanym w wykazie elementów. Zastosowane rezystory przewlekane powinny być bezindukcyjne, z możliwie krótkimi wyprowadzeniami. Na wstępie wykonujemy połączenie odcinków A i B za pomocą krótkiego odcinka kabla koncentrycznego o impedancji 50Ω oraz montujemy resztę elementów, **nie wlutowując** zwory podającej zasilanie na dren tranzystora IRF530. Punkt pracy tranzystorów powinien być skorygowany ze względu na dość duży rozrzut parametrów użytych tranzystorów (doświadczenie z paroma tego typu układami). Zmianę punktu pracy dokonuje się, zmieniając wartość rezystorów polaryzujących bazę (bramkę) tranzystora. W tym czasie układ powinien być obciążony od strony wejścia i wyjścia rezystorami 50Ω o odpowiedniej mocy (na wejściu wystarczy zwykły rezystor o rozmiarze 0805). Wartość prądu płynącego przez tranzystor może być mierzona za pomocą pomiaru spadku napięcia na opornikach emiterowych (źródłowych) – prawo Ohma. W celu uruchomienia nadajnika, podajemy napięcie od 5 do 12V na złącze sterujące trybem pracy nadawanie-odbiór



Fot. 3

Rys. 7 Schemat montażowy wzmacniacza. Skala 50%



R E K L A M A

Wykaz elementów

Termostat

Rezystory

R1 . . . . . 0kΩ (1206)
R2 . . . . . 680Ω (0805)
R3-R8 . . . . . 3,6Ω (1206)
R9 . . . . . 1kΩ (0805)
R10 . . . . . 100kΩ (0805)
R11 . . . . . 2,2kΩ (1206)
R12 . . . . . 2,4kΩ (0805)
R13 . . . . . 5kΩ (wieloobrotowy)

Kondensatory

C1,C2,C5. . . . 10μF ceramiczny (1206)
C3,C4,C6,C7 . . . . . 100nF (0805)

Półprzewodniki

D1 . . . . . LED czerwona (0805)
Q1, Q2. . . . . MMBT3906
Q3 . . . . . IRF9Z34
U1 . . . . . TLC272CP (SMD)
U2 . . . . . 78L09 (SMD)

Przetwornica

Rezystory

R1,R2 . . . . . 0,47Ω (1206)
R3 . . . . . 1kΩ (0805)
R4 . . . . . 8,2kΩ (0805)

Kondensatory

C1,C2,C4,C12 . . . . . 470μF 16V
C3,C5,C8,C10,C13 . . . . . 10μF
C6 . . . . . 1,5nF
C7,C14 . . . . . 1nF NPO (0805)
C9,C11,C15. . . . . 100nF

Półprzewodniki

D1 . . . . . 1N5819
U1 7909
U2 . . . . . MC34063

Pozostałe

L1,L2. . . . 15 zw. F1001, średnica 8mm
L3 . . . . . 330μH rozmiar 1207, ekranowany

Wzmacniacz mocy

Rezystory

R1 . . . . . 47kΩ (0805)
R2,R3 . . . . . 8,2kΩ (0805)
R4-R7 . . . . . 15Ω (1206)
R8,R9,R35 . . . . . 22Ω (1206)
R10 . . . . . 150Ω (0805)
R11,R25 . . . . . 680Ω (0805)
R12,R34 . . . . . 330Ω (0805)
R13,R14 . . . . . 4,7Ω (1206)
R15 . . . . . 2,7kΩ (0805)
R16 . . . . . 4,7kΩ (0805)
R17 . . . . . 330Ω (1206)
R18,R26,R27 . . . . . 1Ω 2W
R19-R22 . . . . . 1Ω (1206)
R23 . . . . . 10kΩ potencjometr wieloobrotowy
R24 . . . . . 1kΩ przewlekany 0,25W
R28 . . . . . 330Ω 2W
R29 . . . . . 100Ω (0805)
R30-R33 . . . . . 2,2kΩ (0805)
R36,R37 . . . . . 2,4kΩ (0805)

Kondensatory

C1 . . . . . 100pF (1206)
C2-C4,C27,C31,C32,C43,C46 . . . . . 22nF (0805)
C5,C47,C48 47nF (0805) najlepiej NPO
C6 . . . . . 33n (0806)
C7 . . . . . 22nF (1206)
C8 . . . . . 33nF (1206)
C9,C12,C18,C28 . . . . . 1nF NPO
C10,C13,C15,C17,C19,C29,C39,C40,C50. . . . . 100nF (0805)
C11,C14,C16,C25 . . . . . 22μF 25V
C20,C24 100nF przewlekany 100V MKT
C21,C49 . 22nF przewlekany 100V MKT
C22 . . . . 100nF przewlekany 250V MKT
C23 . . . . . 33nF 250V MKT
C26 . . . . . 10nF przewlekany MKT 63V
C30 . . . . . 470μF 25V
C33,C36,C37. . . . . * patrz tekst
C34,C38 . . . . . 680pF 250V przewlekany, patrz tekst
C35 . . . . . 1500pF 250V przewlekany, patrz tekst
C41 . . . . . 10nF (0805)
C42 . . . . . 10μF ceramiczny (1206)
C44,C45 . . . . . 47nF (0805)

Półprzewodniki

D4,D5 . . . . . 1N4148
D1,D3 . . . . . LL4148 minimelf
D2 . . . . . C3V9 minimelf lub przewlekana
Q1 . . . . . IRF530
Q2 . . . . . IRF510
Q3 . . . . . BFG591
Q4 . . . . . MMBT3904
Q5 . . . . . IRF9530
Q6 . . . . . 14,85MHz (generator kwarcowy, patrz tekst)
U1 . . . . . CD4093
U2 . . . . . HMC190MS8
U3 7805

Pozostałe

L1,L2. . . . . 2,2μH (patrz tekst)
Tr1 . . . . . 2*7 zwojów F1001 średnica 10mm
Tr2 . . . . . 2*5 zwojów na rdzeniu z symetryzatora telewizyjnego
Tr3. . . . . 4 zw. pierwotne, 4 wtórne na dwóch sklejonych rdzeniach, patrz tekst
Rel1. . . . . przekaźnik M1BS-12HAW

Płytki drukowane są dostępne w sieci handlowej AVT jako kit szkolny:
AVT-2954 – TRX SDR, AVT2954/1 – Termostat, AVT2954/2 – Przetwornica -9V, AVT2954/3 – Wzmacniacz.

(PTT). Po podaniu napięcia powinniśmy usłyszeć charakterystyczne pyknięcie załączanego przekaźnika. Korekta punktów pracy powinna być dokonywana po przykręceniu do radiatorów, po paru minutach ciągłego wygrzewania urządzenia. Trochę większego nakładu pracy wymaga ustawienie punktu pracy trzeciego stopnia. Ustawiamy **zerowe** napięcie bramki za pomocą potencjometru wieloobrotowego, mocujemy diody stabilizujące punkt pracy do radiatora w pobliżu tranzystora IRF530, przymocowujemy obudowę tranzystora z użyciem podkładki izolacyjnej i pasty termoprzewodzącej. Wlutowujemy zworę podającą napięcie zasilania na dren, ostrożnie zwiększamy wartość prądu spoczynkowego tranzystora IRF530 potencjometrem wieloobrotowym, kontrolując go za pomocą woltomierza (mierząc spadek napięcia na rezystorach źródłowych). Przy około 3,3V na bramce, tranzystor zacznie przewodzić i regulację prądu powinniśmy przeprowadzać od tego momentu bardzo ostrożnie. Wartość prądu spoczynkowego wynosi około 250mA przy napięciu zasilania +12V i 150mA przy napięciu zasilania tranzystora IRF530 równego 24V. Wzmocnienie tego układu wynosi około 35–40dB, a moc wyjściowa około 5W i zależy od parametrów zastosowanych tranzystorów mocy, napięcia zasilającego ostatniego stopnia i wysterowania wzmacniacza. Wzmacniacz pracuje bardzo stabilnie i nie wzbudza się nawet po odłączeniu obciążenia. Możliwa jest konfiguracja wzmacniacza za pomocą zwór tak, by wzmacniacz załączał dwa pierwsze stopnie tylko na czas nadawania oraz by pracowały one cały czas, a zabierana była jedynie polaryzacja stopnia końcowego. Na schemacie montażowym (i ideowym) pokazana jest praca z kluczowaniem zasilania dwóch wzmacniaczy sterujących i stopnia końcowego. W przypadku chęci kluczowania tylko stopnia końcowego, kolektor tranzystora BFG591 i dren tranzystora IRF510 podłączone muszą być na stałe do +12V a układ kluczuje wtedy tylko napięcie bramki tranzystora IRF530.

Rafał Orodziński SQ4AVS
sq4avs@gmail.com

REKLAMA