

Modułowy odbiornik nasłuchowy na pasma 40 i 80 m „Dosia” (1)

Jesień i zima są okresem zwiększonej aktywności konstruktorów-radioamatorów. Opisany w artykule modułowy odbiornik nasłuchowy, odpowiadający na te właśnie zapotrzebowania, jest konstrukcją rozwojową, tworzącą niepowtarzalną okazję zarówno do tego, by poznać różne techniki przetwarzania sygnałów (nie tylko radiowych), jak i skonstruować własne urządzenia odbiorcze. Projekt został pomyślany tak, by jego poszczególne moduły mogły zostać wykorzystane także w innych, całkowicie niezależnych konstrukcjach odbiorczych. Jest to konstrukcja całkowicie otwarta i rozwojowa. W pierwszej części artykułu opisano schemat blokowy urządzenia, jego płytę bazową, która jest wygodną podstawą dla całej konstrukcji, oraz dwa pierwsze moduły: zasilacza i wzmacniacza akustycznego.

Rekomendacje: odbiornik przyda się w pracowni każdego radioamatora.

Odbiornik nasłuchowy powinien stanowić podstawowe wyposażenie pracowni każdego radioamatora-krótkofalowca. Może bowiem być nie tylko przydatnym urządzeniem odbiorczym (np. na warunki terenowe), ale pozwolić także np. łatwo skontrolować poprawność odbioru innego (własnego) urządzenia nadawczego. Opisany odbiornik jest w swojej podstawowej koncepcji nieskomplikowaną homodyną (urządzeniem z bezpośrednią przemianą odbieranego sygnału), której niektóre moduły można będzie pominąć lub wymienić na konstrukcje bardziej zaawansowane (o lepszych parametrach).

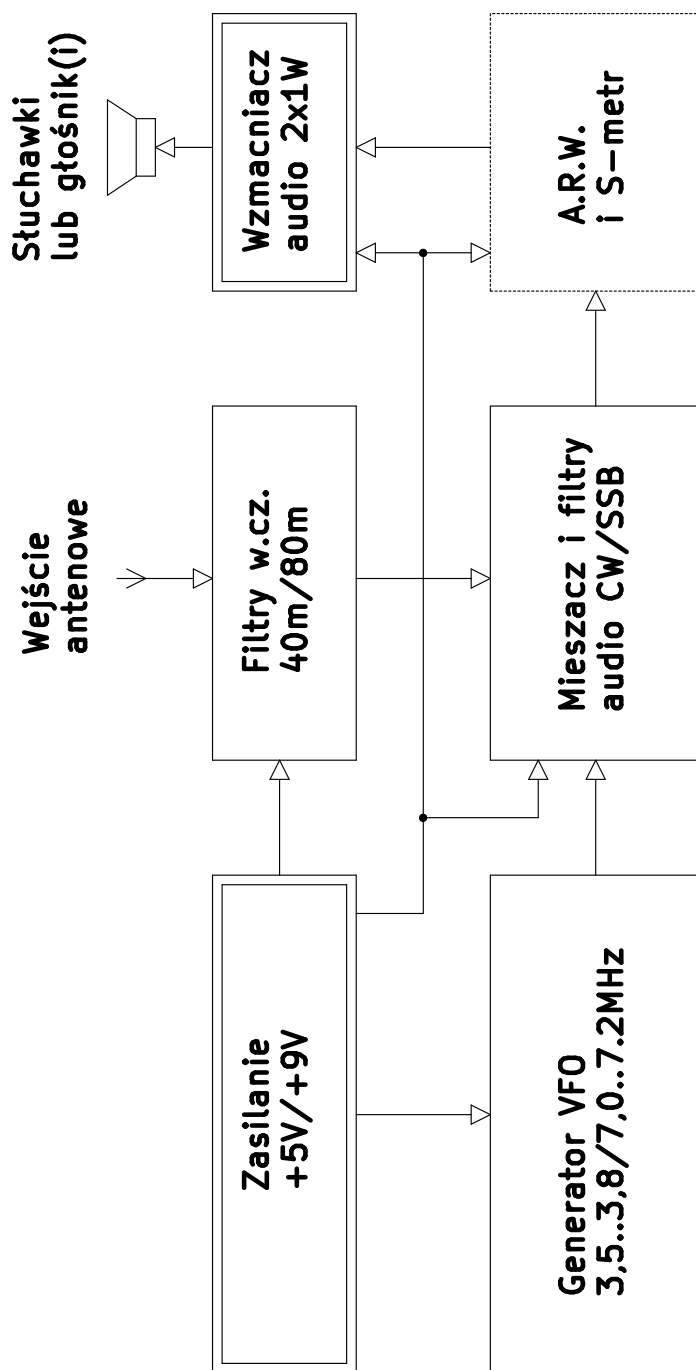
Czułość odbiornika jest zbliżona do 1 μV i w zupełności wystarcza do prowadzenia nasłuchów terenowych także na krótkich antenach heliakalnych (samochodowych lub balkonowych). Urządzenie może być zasilane z akumulatora 12 V lub z zasilacza wtyczkowego o tym samym napięciu znamionowym i wydajności prądowej 1 A. Odbiornik w podstawowej wersji pokrywa pasma radioamatorskie 80 m i 40 m, a także zawiera przełączany filtr audio do odbioru emisji CW i SSB. Wszystkie moduły urządzenia mają zestandaryzowane wymiary około 50 mm×50 mm lub ich wielokrotność.

Opis budowy odbiornika

Na **rysunku 1** pokazano schemat blokowy odbiornika „Dosia”, a na **fotografii 2** jego

plytę bazową (AVT-3192), która stanowi także ekran i przenosi masę elektryczną. Płyta bazowa jest dostosowana do zamocowania w obudowie produkcji firmy „KRADEX” typu Z-1, a otwory są dostosowane do śrub M2,5. Na schemacie widać podstawowe bloki: zasilacz stabilizowany +9 V/+5 V (AVT-3193), dwupasmowy filtr wejściowy w.cz., mieszacz odbiorczy (z amplifiltrami CW/SSB), blok automatycznej regulacji wzmacnienia ARW i miernika siły odbieranego sygnału (tzw. S-meter), wzmacniacza audio (AVT-3194) oraz generatora częstotliwości odbieranej (nośnej) VFO (Variable Frequency Oscillator).

Zasilacz dostarcza napięcie stabilizowanych +9 V i +5 V dla wszystkich pozostałych bloków odbiornika. Filtr wejściowy



Rysunek 1. Schemat blokowy odbiornika „Dosia” w wersji podstawowej

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 47858, PASS: 9seghusa

W ofercie AVT*

AVT-3192, AVT-3193, AVT-3194

Podstawowe informacje:

- Budowa modułowa – moduły montowane na płycie bazowej pasującej do obudowy Kradex Z-1.
- Moduły o znormalizowanych wymiarach (płytki 50 mm×50 mm lub całkowita wielokrotność podanego wymiaru).
- Na komplet składają się moduły: zasilacz stabilizowany +9 V/+5 V (AVT-3193), dwupasmowy filtr wejściowy w.cz., mieszacz odbiorczy (z amplifiltrami CW/SSB), blok automatycznej regulacji wzmacnienia ARW, miernika siły odbieranego sygnału, wzmacniacza audio (AVT-3194), generatora częstotliwości nośnej.
- Pokrycie pasm amatorskich 40 i 80 m.
- Zasilanie 12 V DC/1 A.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-2970	Odbiornik SDR na pasmo 2 m (EdW 2/2011)
AVT-2960	Minitransceiver SP5AHT (80 m/SSB) (EdW 11/2010)
AVT-2934	Odbiornik na pasmo 80 m (EdW 2/2010)
AVT-2925	Odbiornik nastuchowy „Cypisek” (EdW 12/2009)
AVT-2902	Wzmacniacz mocy na pasmo 80 m (EdW 6/2009)
AVT-2891	Prosty odbiornik nastuchowy na pasmo 80 m (EdW 2/2009)
AVT-5151	Minitransceiver „Jędrak” (EP 10/2008)
AVT-5127	Minitransceiver na pasmo 3,7 MHz TRX2008 (EP 3-4/2008)
AVT-967	Minitransceiver Junior (EP 2/2007)
AVT-962	Odbiornik nastuchowy SSB/CW 80 m (EP 1/2007)
AVT-2810	Minitransceiver ZUCH (EdW 10/2006)

* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowania!

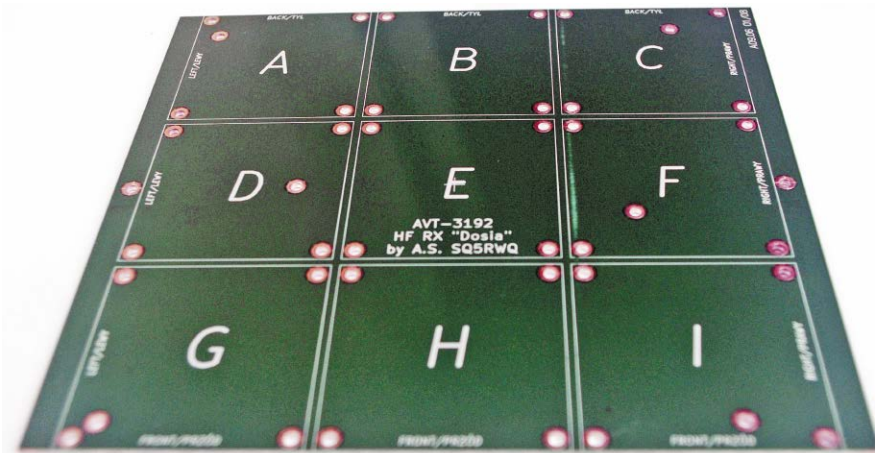
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie Kitem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

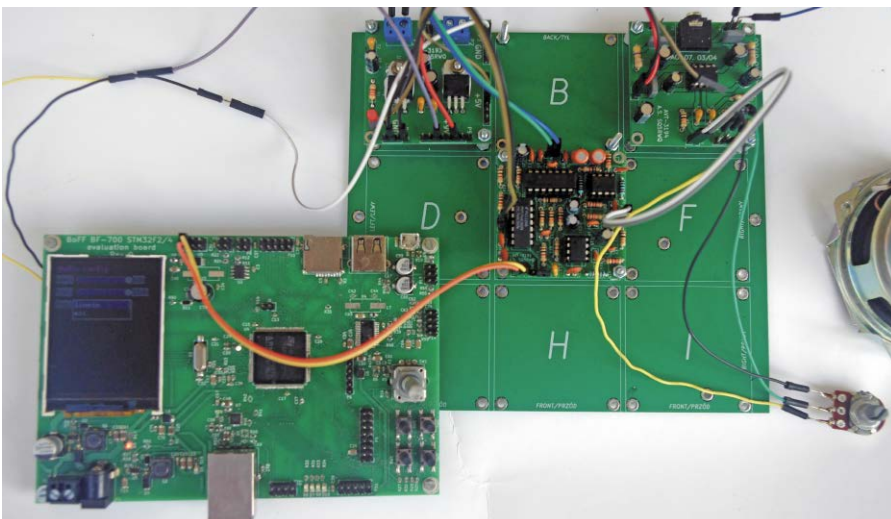
- wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacja
- wersja [A] w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

REKLAMA



Fotografia 2. Płyta bazowa odbiornika (masa elektryczna i ekran)



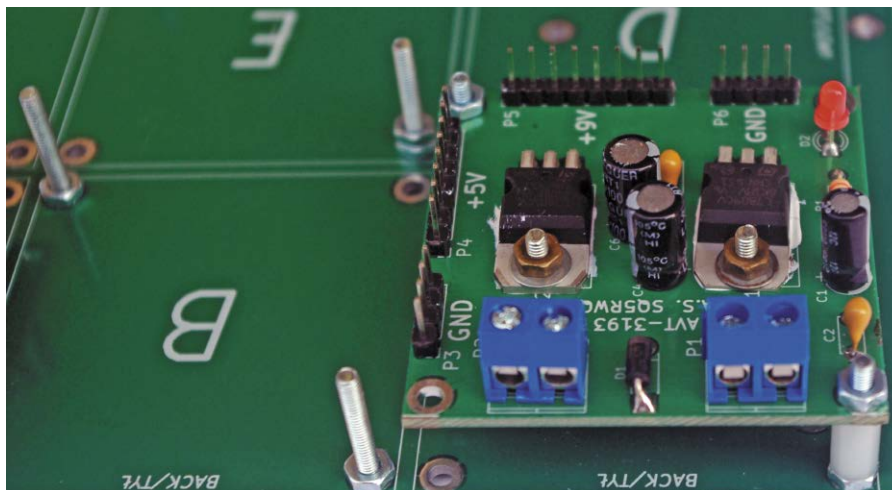
Fotografia 3. Uruchomiony odbiornik (w okrojonej wersji)

w.cz. zapewnia ograniczanie przenikania zakłóceń radiowych spoza obsługiwanych pasm: 80 m (od 3,5 MHz do 3,8 MHz) oraz 40 m (od 7,0 MHz do 7,2 MHz). Mieszacz odbiorczy przesuwając odbierany sygnał w.cz. w pasmo akustyczne, tak by możliwy był nasłuch. W tym module zawarto także filtry akustyczne Salleneya-Keya, które ograniczają pasmo odbieranego sygnału audio do zakresu emisji SSB lub CW. Blok wzmacniacza ARW i S-metra zapewniają: automatyczne dopasowanie poziomu sygnału odbieranego do panujących warunków propagacyjnych (ułatwia odbiór bez ciągłej regulacji poziomu głośności) oraz pomiar jego poziomu. Przerywana linia na rys. 1 sygnalizuje to, że w prostszej wersji urządzenia można go po prostu pominąć. Ostatnim z podstawowych bloków urządzenia jest generator VFO, pracujący na pasmach 40 m oraz 80 m (7,0...7,2 MHz i 3,5...3,8 MHz). Jest to generator w pełni analogowy, jednak z racji sterowania mieszacza sygnałem cyfrowym, także to VFO dostarcza takiego właśnie sygnału.

W dalszej części artykułu omówiono szczegółowo budowę dwóch modułów odbiornika nasłuchowego: zasilacza i wzmacniacza akustycznego. Pozostałe będą omówione w kolejnych częściach.

Moduły składowe

Na fotografii 3 pokazano uruchomioną wersję roboczą odbiornika w okrojonej wersji (jako VFO testowo wykorzystano płytę ewaluacyjną AVT-5574 z mikroprocesorem ARM, kodekiem audio i potrójną, szerokopasmową syntezą VCO/PLL, która została opisana w EP 2/2017). Na polach płyty bazowej „A”, „E” i „C” zamontowano kolejno: dwunapięciowy zasilacz stabilizowany, mieszacz z amplitrami oraz wzmacniacz audio.



Fotografia 4. Szczegóły montażu modułu zasilacza

Wykaz elementów: Zasilacz +9 V/+5 V (AVT-3193)

Rezystory:

R1: 3,3 kΩ

Kondensatory:

C1: 47 μF/25 V

C2, C3, C5: 470 nF/50 V

C4, C6: 100 μF/16 V

Półprzewodniki:

D1: 1N5819

D2: LED czerwona, 3 mm

U1: LM7809 (TO220)

U2: LM7805 (TO220)

Inne:

P1, P2: złącza śrubowe ARK2 (raster 5 mm)

P3, P6: łącza „goldpin” męskie 4 piny

P4, P5: łącza „goldpin” męskie 8 pinów

Wzmacniacz audio (AVT-3194)

Rezystory: (wszystkie 0,25 W/5%)

R1, R3: 10 kΩ

R2, R4: 4,7 Ω

RV1: 10 kΩ (liniowy, montażowy w obudowie RM-065)

RV2: 1 kΩ (logarytmiczny, obrotowy 16 mm)

Kondensatory:

C1, C5, C6, C9, C10: 100 μF/16 V

C2, C7, C11: 100 nF

C3: 1 μF (ceramiczny lub foliowy)

C4, C8: 220 nF

Półprzewodniki:

U1: TDA2822M (DIP8+ podstawa)

Inne:

P1, P2, P4, P5: złącza „goldpin” męskie 2 piny

P3: „mini-jack” stereo (3,5 mm) z przełącznikiem

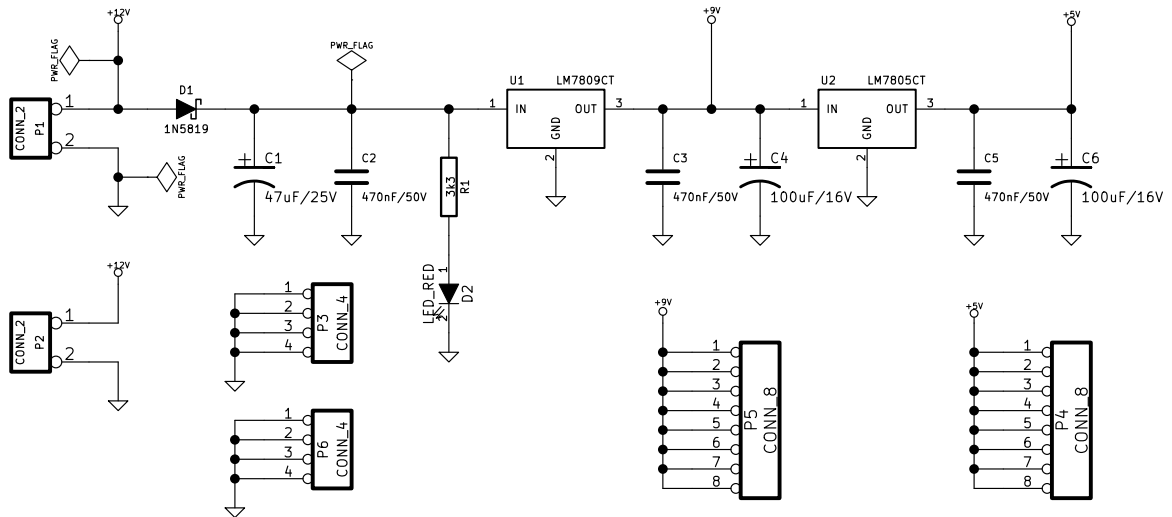
Moduł podstawy

Płyta bazowa: AVT-3192

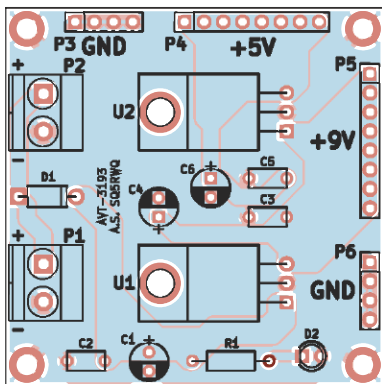
Obudowa: „KRADEX” Z-1

Kable przyłączeniowe, śruby, nakrętki, tuleje dystansowe – wg opisu w tekście

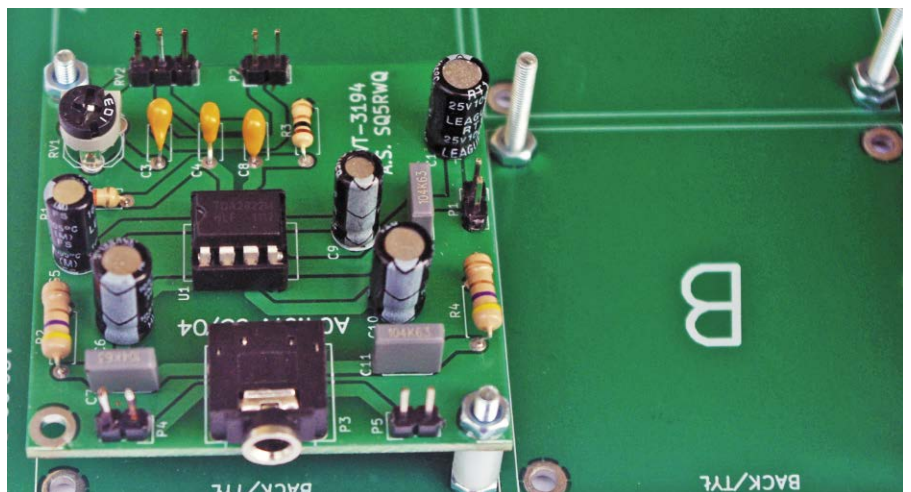
Na fotografii 4 przybliżono szczegóły montażu modułu zasilacza, a na rysunkach 5 i 6 pokazano jego schemat elektryczny oraz schemat montażowy. W zasilaczu zastosowane kaskadowe połączenie stabilizatorów liniowych LM7809 oraz LM7805 w obudowach TO220. Zasilanie +12 V wprowadzono na złącze P1 (ARK2), natomiast złącze P2 umożliwi pobranie z modułu zasilacza tego napięcia do przyszłych zastosowań. Dioda



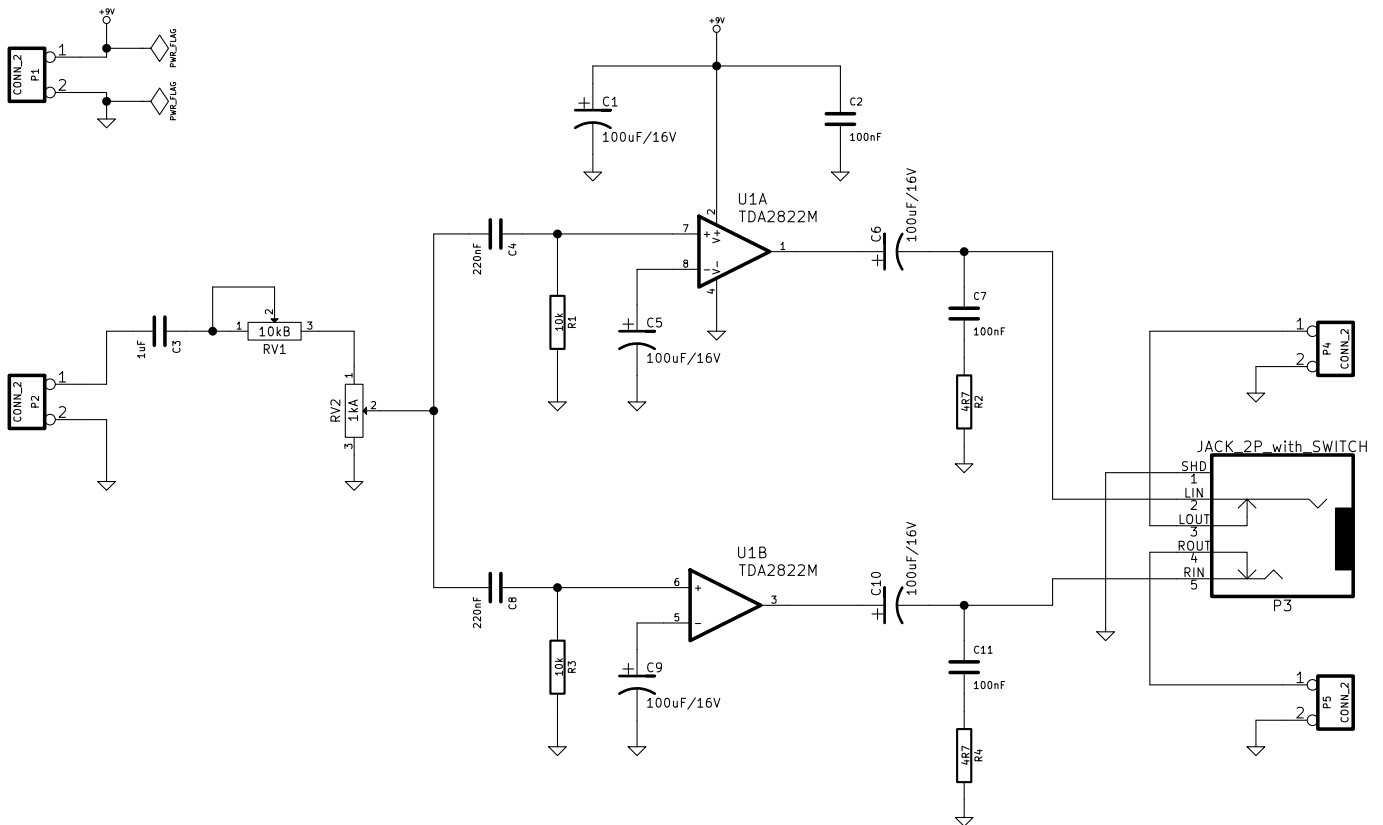
Rysunek 5. Schemat elektryczny modułu zasilacza



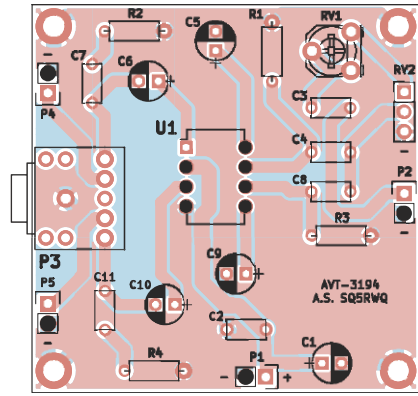
Rysunek 6. Schemat montażowy płytki drukowanej modułu zasilacza



Fotografia 7. Szczegóły montażu modułu wzmacniacza akustycznego



Rysunek 8. Schemat elektryczny modułu wzmacniacza audio



Rysunek 9. Schemat montażowy płytki drukowanej modułu wzmacniacza audio

D1 (Schottky) zabezpiecza przed odwrotnym dołączeniem zasilania (wbrew pozorom, w pośpiechu łatwo jest o takie błędy), kondensatory C1...C6 zapewniają filtrację zasilania i zabezpieczają przed przenoszeniem się zakłóceń między zasilanymi modułami. Dioda LED (D2) z rezystorem R1 sygnalizuje włączenie zasilania. Masa zasilania oraz napięcia wyjściowe są wyprowadzone na złącza „goldpin” (P3...P6), z których można je pobrać standaryzowanymi, wsuwanymi

kablami połączeniowymi lub docelowo załutować na stałe krótszymi kablami (rozwiązanie rekomendowane).

Na fotografii 7 pokazano montaż modułu wzmacniacza akustycznego, a na rysunkach 8 i 9 jego schemat elektryczny i montażowy. Wzmacniacz oparto o popularny, niedrogi układ scalony wzmacniacza stereofonicznego TDA2822M (U1), który przy zasilaniu +9 V jest w stanie oddać około 300 mW na kanał przy obciążeniu 32 Ω lub nawet 1 W przy 8 Ω (częstotliwość f=1 kHz, zniekształcenia THD=10%).

Aplikację wzmacniacza wykonano zgodnie z notą aplikacyjną producenta z tą jednak różnicą, że zwarto oba wejścia stereofoniczne, aby na obu wyjściach uzyskać takie same sygnały o jak najbardziej zbliżonych poziomach.

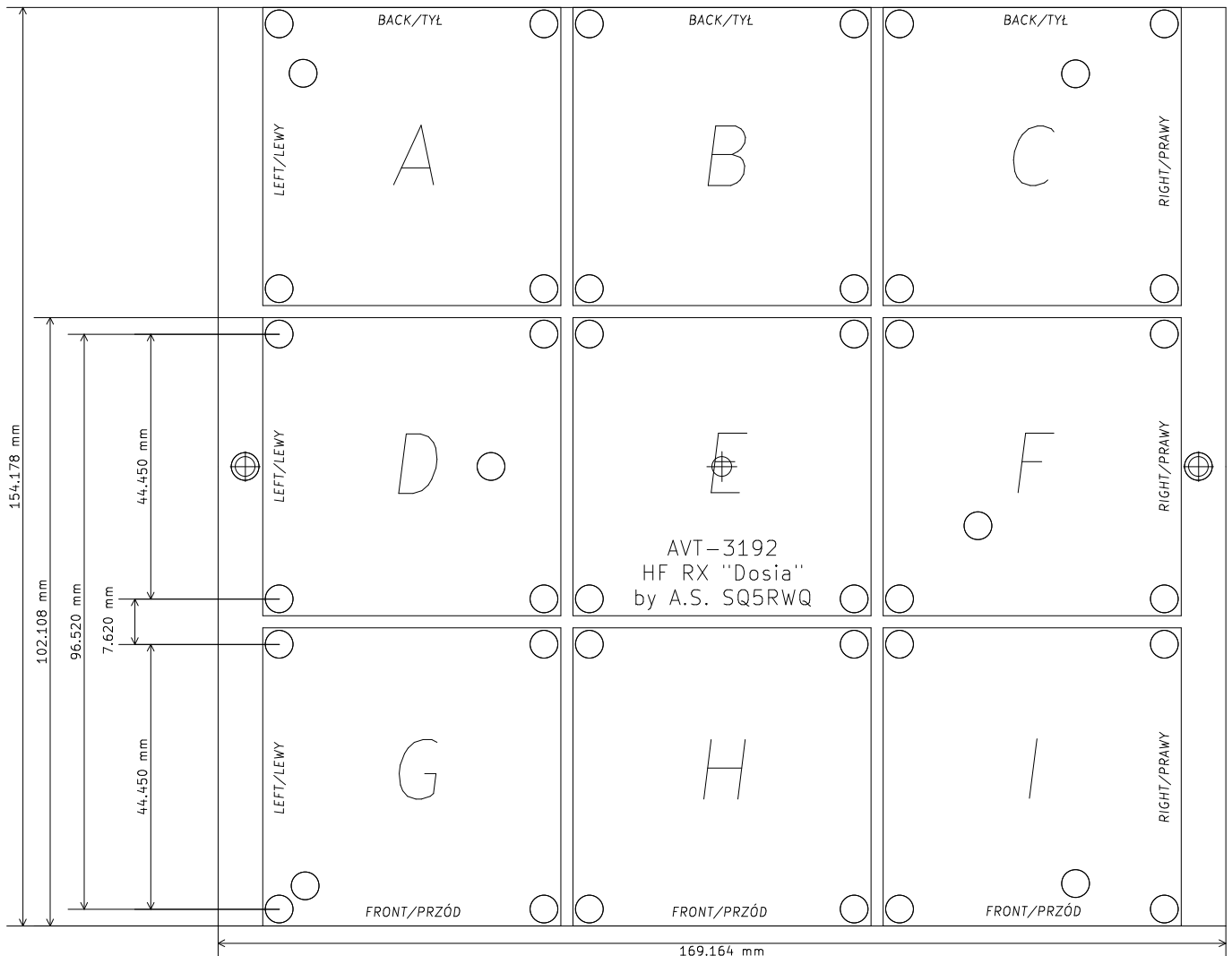
Zasilanie modułu +9 V wprowadzono na port P1 (złącze „goldpin” – podobnie, jak P2, P4 i P5). Sygnał wejściowy należy wprowadzić na port P2, gdzie dalej przez kondensator C3, potencjometr montażowy RV1, potencjometr regulacyjny RV2 oraz kondensatory C4 i C8 trafia on na oba wejścia stereo układu. Potencjometr RV2 służy do regulacji głośności w normalnej eksploatacji, natomiast RV1

(montażowy) pozwala dopasować maksymalny poziom sygnału do własnych upodobań. Kondensatory C1 i C2 filtrują zaborzenia zasilania, a rezystory R1...R4 oraz kondensatory C5...C7 i C9...C11 są elementami standardowej aplikacji producenta.

Sygnał wyjściowy audio wyprowadzono na gniazdo P3 „mini-jack” stereo (3,5 mm), zawierające przełącznik sygnałów. Po odłączeniu słuchawek stereo sygnał audio będzie dostępny na P4 i P5, skąd można go pobrać na jeden lub dwa głośniki celem zwiększenia głośności.

Montaż i uruchomienie

Montaż obu modułów powinien zasadniczo przebiegać podobnie, to znaczy zaczynając od elementów najniższych i stopniowo montując coraz wyższe komponenty. Warto zwrócić uwagę jedynie na montaż stabilizatorów U1 i U2 w module zasilacza, które można załutować dopiero po starannym wygięciu nóżek i posmarowaniu od spodu pastą termoprzewodzącą. Górna powierzchnia płytki drukowanej zasilacza, pokryta od góry szeroką powierzchnią masy i stanowi także wraz z całą płytką drukowana radiator dla stabilizatorów.



Rysunek 10. Zwymiarowana płyta bazowa

Natomiast nie należy stosować pod U1 i U2 podkładek izolacyjnych, ponieważ stopki tych układów również pracują na potencjale masy.

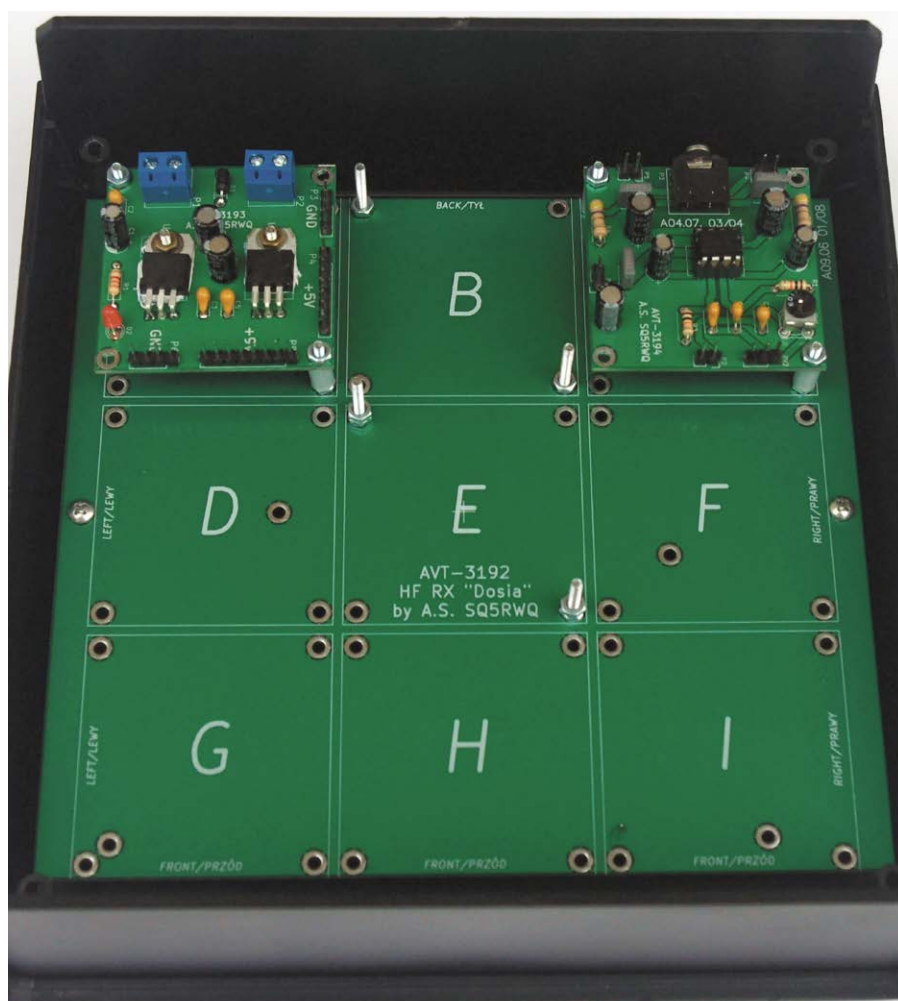
Na **rysunku 10** pokazano zwymiarowaną płytę bazową, a na **fotografii 11** oba moduły zamontowane na płycie bazowej w obudowie „KRADEX” Z-1. Moduły przykręcono do płyty bazowej śrubami M2,5 o długości około 20 mm za pośrednictwem izolacyjnych tulei dystansowych o długości 10 mm. Do prawidłowego zamocowania modułów wystarczy przykręcenie ich w dwóch przeciwległych narożnikach, natomiast izolowanie od płyty podstawy nie jest wskazane z uwagi na pracę na potencjale masy zarówno narożników modułów, jak i samej płyty bazowej. Płytę bazową montujemy do obudowy wkrętami w co najmniej dwóch przeznaczonych do tego celu punktach.

Uruchomienie obu modułów sprowadza się do sprawdzenia obecności napięć zasilających +9 V i +5 V, doprowadzenia zasilania +9 V do modułu wzmacniacza audio oraz sprawdzenia za pomocą słuchawek lub głośnika czy wzmacniacz działa (po dotknięciu palcem do potencjometru RV2 powinien być słyszany lekki przydźwięk sieciowy). Regulację potencjometru RV1 będzie należało wykonać dopiero po montażu i uruchomieniu kolejnych modułów odbiornika.

Podsumowanie projektu

W artykule opisano założenia działania oraz dwa pierwsze moduły projektu taniego i łatwego w realizacji odbiornika nasłuchowego na dwa pasma amatorskie, dedykowanego zarówno osobom, które chcą po prostu wejść w posiadanie takiego urządzenia, jak i tym, które chcą poszerzyć swoją wiedzę w zakresie konstrukcji radiowych lub zmodernizować posiadany już sprzęt. Powinna ułatwić to modułowość projektu. Został on pomyślany tak, że stopień złożoności prezentowanych modułów będzie wzrastał z każdym odcinkiem publikacji (tu przedstawiono najprostsze zdaniem autora moduły), co powinno zachęcić mniej doświadczonych konstruktorów do bezbolesnego rozpoczęcia tej przygody. Postępy prac będą też na bieżąco (w skrócie) relacjonowane na stronie WWW autora <http://sq5rwq.pl/?p=596>. Po przedstawieniu całego projektu w obecnej wersji planowana jest też kontynuacja tego cyklu w kierunku odbiornika o lepszych parametrach i większej ilości pasm, a docelowo także pełnego transceivera HF o dobrych parametrach użytkowych.

Adam Sobczyk SQ5RWQ
sq5rwq@gmail.com
<http://sq5rwq.pl/>



Fotografia 11. Moduły zamontowane na płycie bazowej w obudowie „KRADEX” Z-1



Modułowy odbiornik nasłuchowy na pasma 80 m i 40 m „Dosia” (2)

W drugiej części cyklu opisu odbiornika nasłuchowego na pasma KF 40 m i 80 m „Dosia” przedstawiono dwa kolejne moduły: mieszacza odbiorczego z filtrami audio dla emisji CW i SSB oraz przełączanych pasmowych filtrów wejściowych w.cz.

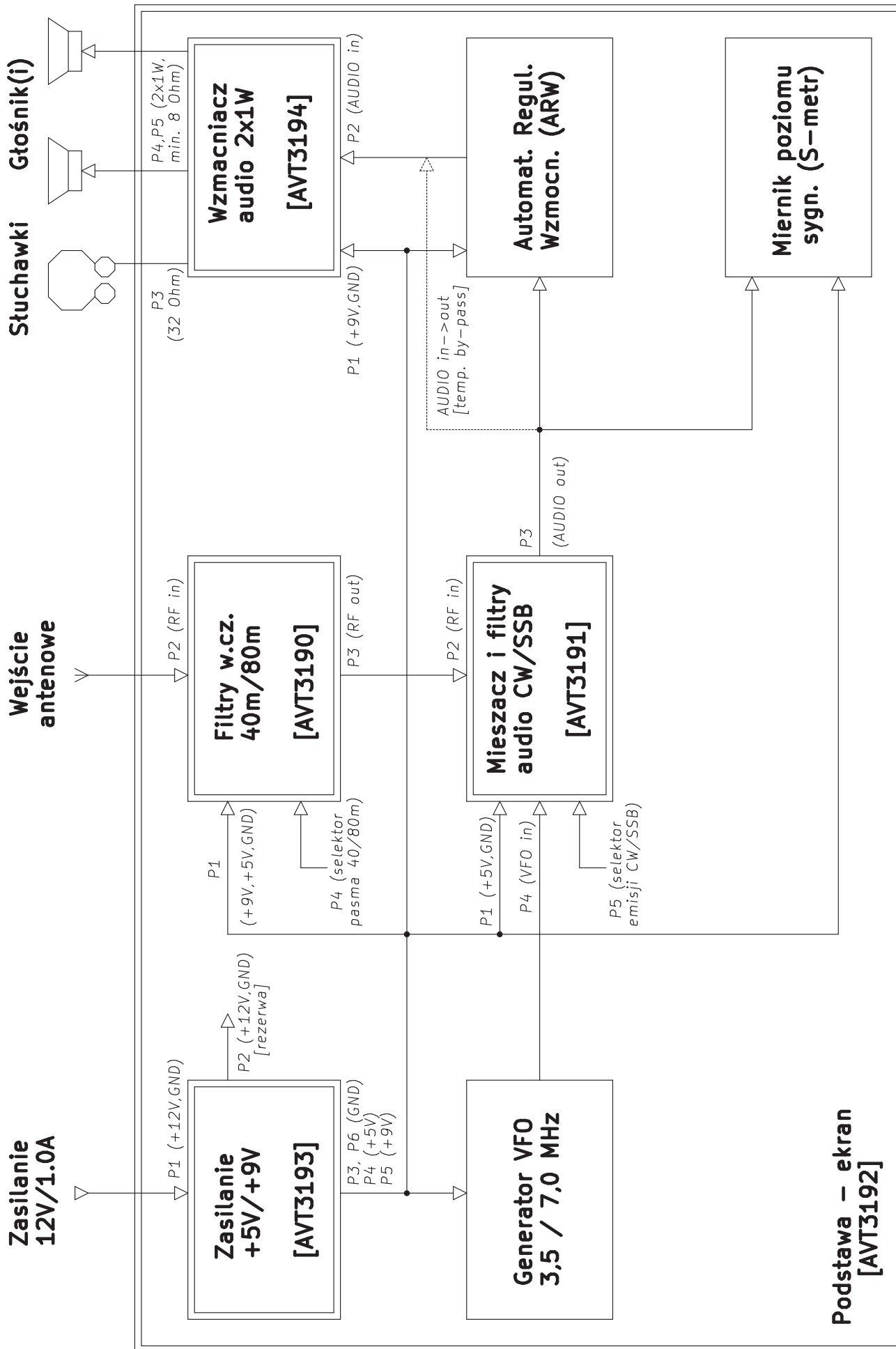
Na **rysunku 1** przedstawiono poszerzony i uzupełniony schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia”. Podwójną linią zaznaczono na nim omówione wcześniej moduły (AVT3190...AVT3194). Opisano też szczegółowo wszystkie połączenia między zaprezentowanymi modułami, których wykonanie pozwoli na uruchomienie odbiornika. W dalszej części artykułu omówione zostaną najpierw wprowadzone

tutaj moduły, a następnie przedstawiony zostanie ich montaż oraz uruchomienie całego urządzenia w minimalnej wersji układowej.

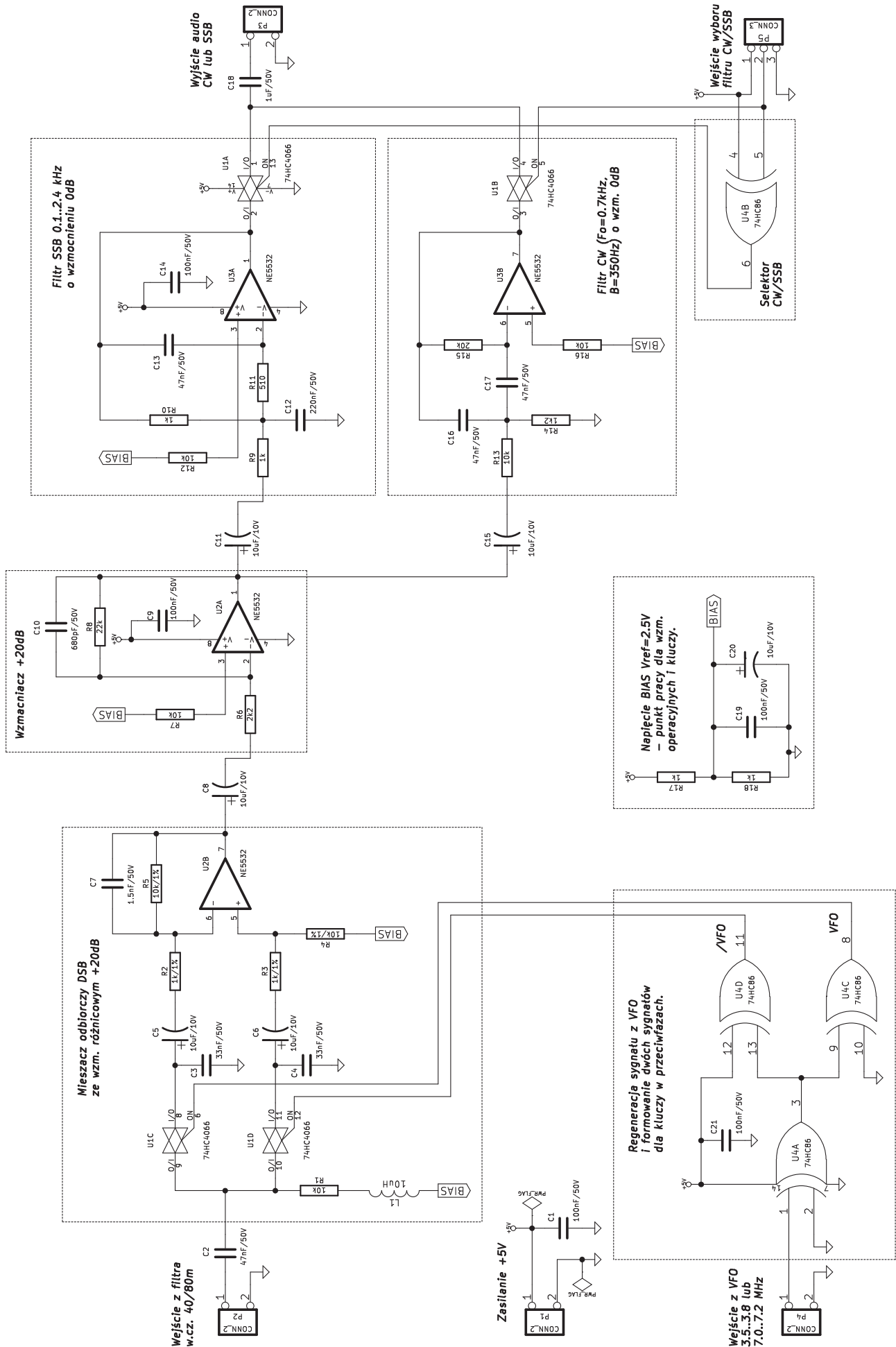
Mieszacz odbiorczy z amplifiltrami audio CW/SSB

Na **rysunku 2** pokazano schemat elektryczny modułu mieszacza odbiorczego (AVT3191), połączonego z amplifiltrami

audio, opracowanymi dla emisji wąskopasmowych (w tym CW i PSK31) oraz emisji audio (SSB, DSB i AM). Ten moduł jest zasilany przez port P1 pojedynczym, stabilizowanym napięciem +5 V (kondensatory C1, C9, C14 i C21 filtrują zasilanie układów scalonych U1...U4). Moduł bazuje na układzie scalonym U1 (74HC4066), zawierającym cztery przełączane poziomami logicznymi CMOS (0/+5 V) analogowe klucze półprzewodnikowe. Odbierany sygnał radiowy w.cz. (RF) jest wprowadzany na wejście P2 tego modułu, skąd poprzez kondensator szeregowy C2 trafia jednocześnie na dwa klucze: U1C oraz U1D. Rezystancja szeregowy tych kluczy (przy



Rysunek 1. Schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia” 40/80 m



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu mieszacza i amplitrów CW/SSB

zasilaniu układu U1 napięciem +5 V) jest zbliżona do 50 Ω i wraz z pojemnościami C3 i C4, stanowi filtr dolnoprzepustowy RC, który na symetrycznych wyjściach mieszacza odbiorczego z kluczami U1C i U1D odcina wysokoczęstotliwościowe produkty przemiany.

Do poprawnej pracy z analogowymi sygnałami zmiennymi klucze w układzie 74HC4066 wymagają wstępnej polaryzacji stałoprądowej – najlepiej w okolicach połowy ich napięcia zasilania, co zapewnia minimalne zniekształcenia nieliniowe sygnału. Zadanie to realizują elementy L1 i R1 ustalające punkt pracy kluczy (BIAS) równy 2,5 V z dużą impedancją dla sygnałów w.cz. (nie tłumią sygnału wejściowego). Poziom napięcia BIAS, wykorzystywany także do polaryzacji wzmacniaczy operacyjnych w układach scalonych U2 i U3, jest ustalany przez zasilany napięciem +5 V dzielnik rezystancyjny z opornikami R17/R18 oraz kondensatorami filtrującymi C19/C20. Klucze U1C i U1D są naprzemiennie załączane sygnałami logicznymi w przeciwfazach, które wytwarzają bramki: U4A, U4C i U4D (74HC86). Podstawowy, cyfrowy sygnał przełączający w.cz. jest wprowadzany na port P4 omawianego modułu z generatora przestrajanego VFO i powinien mieć częstotliwość F_{vfo} równą częstotliwości nośnej F_c odbieranego sygnału w.cz., czyli od 3,5 do 3,8 MHz dla pasma 80 m lub od 7,0 do 7,2 MHz dla pasma 40 m i współczynnik wypełnienia zbliżony do 50%, ponieważ niesymetryczny przebieg przełączający klucze U1C i U1D spowoduje nie-zrównoważenie mieszacza odbiorczego.

Bramkę U4A jest buforem sygnału podawanego z generatora VFO. Z wyjścia tej bramki sygnał przełączający mieszacz jest kierowany na wejścia dwóch bramek XOR (U4C i U4D), z których pierwsza jest buforem, a druga inwerterem sygnału. Na wyjściach tych bramek mamy do dyspozycji dwa sygnały przełączające dla mieszacza w przeciwfazach.

W tym miejscu należy wyjaśnić to, dlaczego w roli układu generującego sygnały w przeciwfazach zastosowano dwie bramki XOR, należące do tego samego układu scalonego – zamiast np. pojedynczej bramki NOT czy NAND. Otóż sygnały w przeciwfazach, przełączające klucze w mieszaczu odbiornika, powinny mieć przesunięcie fazowe jak najbardziej zbliżone do 180°. Inaczej mieszacz nie będzie zrównoważony, co spowoduje znaczne przenikanie sygnałów pasożytniczych do dalszych bloków odbiornika. Zastosowanie pojedynczej bramki odwracającej (tylko w jednej gałęzi sygnału) sprawi, że jej niezerowe opóźnienie propagacji może zniweczyć ten cel, a uzyskane rezultaty będą tym gorsze, im większa będzie częstotliwość przełączania

kluczy i opóźnienie zastosowanego negatora. Przykładowo, przy częstotliwości $F_{vfo}=F_c=10$ MHz różnica opóźnień propagacji między obiema gałęziami sygnałów równa 10 ns spowoduje różnicę faz równą aż 10 ns/100 ns × 360° = 36°. Tymczasem bramki U4C i U4D mają bardzo zbliżone opóźnienia propagacji, co gwarantuje uzyskanie dobrej przeciwfazowości sygnałów przełączających klucze.

Odfiltrowane dolnoprzepustowo sygnały z obu kluczy mieszających są podawane przez kondensatory C5 i C6 na wejście niskosumownego wzmacniacza różnicowego U2B. Rezystory R2...R5 odpowiadają za wzmocnienie tego stopnia, ustalone na poziomie +20 dB, i powinny mieć tolerancję 1% z uwagi na konieczność zrównoważenia mieszacza. Kondensator C7 ogranicza pasmo przenoszenia tego stopnia m.cz., natomiast przez rezystor R4 podawane jest dodatkowo napięcie ustalające punkt pracy (BIAS) wzmacniacza operacyjnego. Zdemodulowany sygnał m.cz. przez kondensator C8 jest podawany do kolejnego stopnia wzmacniającego +20 dB ze wzmacniaczem U2A, rezystorami R6...R8 oraz pojemnością C9, ustalającymi jego wzmocnienie i pasmo przenoszenia. Za tym wzmacniaczem odebrany sygnał audio jest podawany przez pojemności C11 i C15 na dwa równoległe amplifiltry w konfiguracjach Sallena-Keya. Pierwszy z nich, ze wzmacniaczem U3A i rezystorami R9...R12 oraz pojemnościami C12 i C13, pracuje jako dolnoprzepustowy filtr audio SSB o jednostkowym wzmocnieniu (0 dB) i finalnym paśmie przenoszenia od 0,1 do 2,4 kHz. Drugi z tych filtrów, z rezystorami R13...R16 i kondensatorami C16, C17 jest filtrem środkowoprzepustowym o wzmocnieniu jednostkowym (0 dB), środkiem pasma przenoszenia w okolicach 700 Hz i jego szerokości równej około 350 Hz (jest to filtr dostosowany do odbioru emisji CW i innych emisji wąskopasmowych). Do realizacji wszystkich członów wzmacniających m.cz. z układami U2 i U3 wykorzystano podwójne, niskosumowne, popularne i niedrogo wzmacniacze operacyjne NE5532.

Odebrany i odfiltrowany sygnał jest podawany na wyjście modułu P3 przez pojemność C18 oraz jeden z dwóch pozostałych kluczy układu U1 (U1A lub U1B). Pełnią one rolę przełączników-selektorów sygnału o wybranym ukształtowaniu pasma (SSB lub CW) i są załączane alternatywnie za pomocą sterującego sygnału logicznego, pobieranego z portu P5 (bramka U4B jest skonfigurowana jako inwerter, zapewniający sygnał odwrócony dla drugiego z wymienionych kluczy). Stałoprądowa polaryzacja tych kluczy odbywa się wprost z wyjść wzmacniaczy operacyjnych U3A i U3B. Dostarczony na port

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 86735, PASS: 6mqh264k

W ofercie AVT*

AVT-3192, AVT-3193, AVT-3194

Podstawowe informacje:

- Budowa modułowa – moduły montowane na płycie bazowej pasującej do obudowy Kradex Z-1.
- Moduły o znormalizowanych wymiarach (płytki 50 mm×50 mm lub całkowita wielokrotność podanego wymiaru).
- Na komplet składają się moduły: zasilacz stabilizowany +9 V/+5 V (AVT-3193), dwupasmowy filtr wejściowy w.cz., mieszacz odbiorczy (z amplifiltrami CW/SSB), blok automatycznej regulacji wzmocnienia ARW, miernika siły odbieranego sygnału, wzmacniacza audio (AVT-3194), generatora częstotliwości nośnej.
- Pokrycie pasm amatorskich 40 i 80 m.
- Zasilanie 12 V DC/1 A.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-2970	Odbiornik SDR na pasmo 2 m (EdW 2/2011)
AVT-2960	Minitransceiver SP5AHT (80 m/SSB) (EdW 11/2010)
AVT-2934	Odbiornik na pasmo 80 m (EdW 2/2010)
AVT-2925	Odbiornik nastuchowy „Cypisek” (EdW 12/2009)
AVT-2902	Wzmacniacz mocy na pasmo 80 m (EdW 6/2009)
AVT-2891	Prosty odbiornik nastuchowy na pasmo 80 m (EdW 2/2009)
AVT-5151	Minitransceiver „JędreK” (EP 10/2008)
AVT-5127	Minitransceiver na pasmo 3,7 MHz TRX2008 (EP 3-4/2008)
AVT-967	Minitransceiver Junior (EP 2/2007)
AVT-962	Odbiornik nastuchowy SSB/CW 80 m (EP 1/2007)
AVT-2810	Minitransceiver ZUCH (EdW 10/2006)

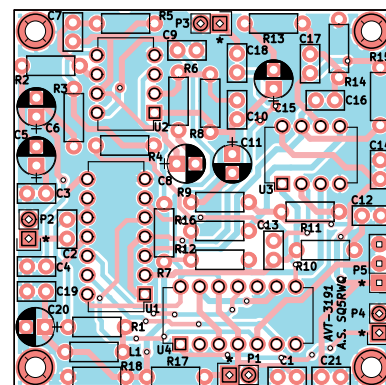
* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutownicza!
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KiTem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

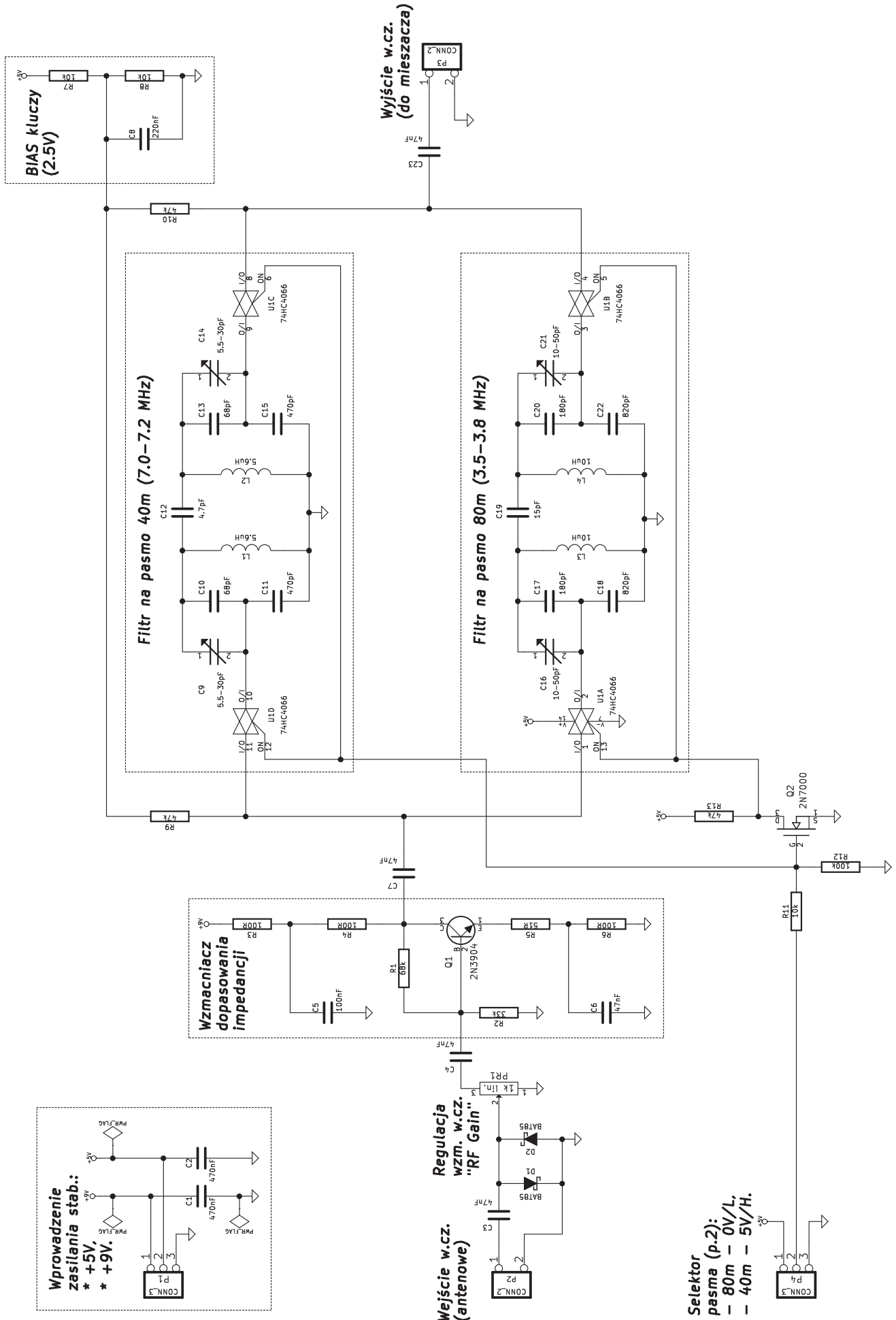
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacja
- wersja [K] w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A*] płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] zaprogramowany układ

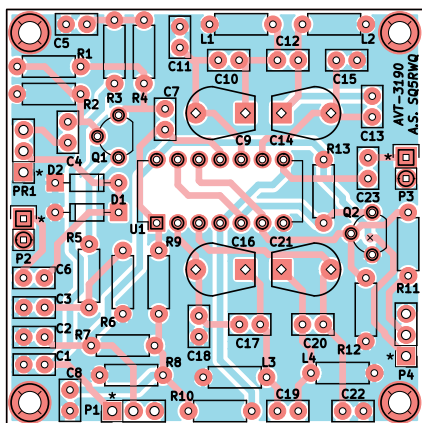
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz: <http://shop.avt.pl>



Rysunek 3. Schemat montażowy modułu mieszacza i amplifiltrów CW/SSB



Rysunek 4. Schemat ideowy modułu filtrów w.cz. na pasma 40 m i 80 m



Rysunek 5. Schemat montażowy modułu filtrów w.cz. na pasma 40 m i 80 m

P3 sygnał audio można przekazać dalej na wzmacniacz mocy m.cz. (także pośrednio przez moduł Automatycznej Regulacji Wzmocnienia A.R.W.) oraz układ S-metra (miernika poziomu sygnału odbieranego). **Rysunek 3** przedstawia schemat montażowy płytki drukowanej omówionego w tym ustępie modułu.

Przełączane pasmowe filtry wejściowe w.cz. 40m/80m

Na **rysunku 4** pokazano schemat elektryczny modułu filtrów pasmowych w.cz. (AVT3190). Odbiornik „Dosia”, z uwagi na swą znaczną odporność na przesterowanie i intermodulację, w zasadzie jest w stanie pracować bez tego bloku, jednak w niekorzystnych warunkach zakłóceńowych jego brak może znacząco utrudniać poprawny, czysty odbiór.

Moduł odbiornika jest zasilany podwójnym napięciem stabilizowanym +9 V oraz +5 V, wprowadzanym przez port P1 i blokowanym dla zakłóceń pojemnościami C1 i C2. Sygnał wejściowy w.cz. z gniazda antenowego, podawany na port P2 układu, przez kondensator szeregowy C3 i dalej – na równoległy ogranicznik amplitudy z diodami D1 i D2. W tej roli zastosowano popularne, małosygnałowe diody Schottky, ponieważ mają one większe rezystancje dynamiczne w zakresie przewodzenia od zwykłych sygnałowych diod krzemowych (np. 1N4148) i ograniczanie amplitudy odbywa się w sposób bardziej „miękki”. Umieszczony za nimi potencjometr PR1 („RF GAIN”) pozwala na ewentualne stłumienie sygnału odbieranego do poziomu właściwego dla danych warunków radiowych. Dalej, odebrany sygnał przez pojemność sprzęgającą C4 trafia na stopień wzmacniacza małosygnałowego z tranzystorem Q1 (2N3904), pracującego w konfiguracji wspólnego emitera – z dodatkowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym w obwodzie emitera (rezystory R5, R6 i kondensator C6) oraz kolektora i polaryzacji bazy (rezystory R1... R4 i kondensator

C5). Zastosowane ujemne sprzężenia zwrotne nie tylko poprawiają stabilność temperaturową punktu pracy, ale także polepszają liniowość tego stopnia czyniąc go bardziej odpornym na przesterowanie i intermodulację.

Kluczowym zadaniem wzmacniacza z tranzystorem Q1 jest zapewnienie stałego dopasowania impedancyjnego na wejściu właściwych filtrów w.cz. Jego zastosowanie zostało podyktowane faktem, że znacznie zróżnicowane impedancje potencjalnych anten odbiorczych (w praktyce: od kilku omów dla anten bardzo krótkich, do kilkuset i więcej omów dla długich anten drutowych typu LW, czyli „Long Wire”) powoduje pogorszenie dopasowania między anteną a zestrojonym na stałe filtrem i – w konsekwencji – popsucie poprawnie ustalonych charakterystyk przenoszenia filtru. Sygnał ze wzmacniacza z tranzystorem Q1, przez szeregowo sprzężenie C7 jest podawany na klucze półprzewodnikowe U1D i U1A w układzie 74HC4066, które przełączają go między wejściami filtrów na pasmo 40 m oraz 80 m. Druga para kluczy z tego samego układu (U1C i U1B) odbiera sygnał z wybranego filtru i przez kondensator sprzęgający C23 przekazuje go na wyjście omawianego modułu (port P3).

Klucze są załączane parami: U1D i U1C dla pasma 40 m lub U1A i U1B dla pasma 80 m. Polaryzacja wejść analogowych kluczy jest ustalana na stałe przez rezystory R9 i R10, a napięcie BIAS równe połowie napięcia zasilającego (ok. 2,5 V) jest wytwarzane na dzielniku rezystancyjnym R7/R8 z pojemnością filtrującą C8. Sygnał logiczny wyboru pożądanego filtru pasmowego jest podawany na port P4, a tranzystor Q2 z rezystorami: R11...R13 zapewnia sygnał o odwróconej polaryzacji niezbędny doysterowania pary kluczy sterującemu drugi z filtrów w tym module. Same filtry pasmowe wykonano w topologii dwubiegowej – z dwoma równoległymi obwodami rezonansowymi LC i ze sprzężeniem pojemnościowym (z dzieloną pojemnością). Filtr na pasmo 40 m wykonano z użyciem kondensatorów C9...C15 oraz cewek L1 i L2, natomiast na pasmo 80 m – kondensatorów C16...C22 oraz cewek L3 i L4. Strojenie filtrów odbywa się za pomocą par trymerów: C9/C14 oraz C16/C21 – proces ten omówiono w dalszej, w części poświęconej montażowi i uruchomieniu urządzenia. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że kondensatory sprzęgające C12 i C19 w zasadzie mogłyby mieć jeszcze mniejszą pojemność, mając tym samym możliwość uzyskania filtrów o nieco węższym paśmie. Jakkolwiek, w projekcie zrezygnowano z takiego rozwiązania, ponieważ mniej doświadczonym konstruktorom

Wykaz elementów:

Filtry wejściowe w.cz. 40 m/80 m

Rezystory: (0,25 W/5%)

R1: 68 k Ω

R2: 33 k Ω

R3, R4, R6: 100 Ω

R5: 51 Ω

R7, R8, R11: 10 k Ω

R9, R10, R13: 47 k Ω

R12: 100 k Ω

PR1: 1 k Ω (liniowy, obrotowy 16 mm)

Kondensatory: (ceramiczne, 50 V)

C1, C2: 470 nF

C3, C4, C6, C7, C23: 47 nF

C5: 100 nF

C8: 220 nF

C9, C14: 5,5/30 pF (trymer)

C10, C13: 68 pF

C11, C15: 470 pF

C12: 4,7 pF

C16, C21: 10/50 pF (trymer)

C17, C20: 180 pF

C18, C22: 820 pF

C19: 15 pF

Półprzewodniki:

Q1: 2N3904

Q2: 2N7000

U1: 74HC4066 (DIP-14 + podstawka)

D1, D2: BAT85

Inne:

L1, L2: 5,6 μ H (dławik osiowy)

L3, L4: 10 μ H (dławik osiowy)

P1, P4: złącza „goldpin” męskie (3 piny)

P2, P3: złącza „goldpin” męskie (2 piny)

Mieszacz z amplifiltrami CW/SSB

Rezystory: (0,25 W/5%)

R1, R7, R12, R13, R16: 10 k Ω

R2, R3: 1 k Ω /1%

R4, R5: 10 k Ω /1%

R6: 2,2 k Ω

R8: 22 k Ω

R9, R10, R17, R18: 1 k Ω

R11: 510 Ω

R14: 1,2 k Ω

R15: 20 k Ω

Kondensatory: (ceramiczne, 50 V)

C1, C9, C14, C19, C21: 100 nF

C2, C13, C16, C17: 47 nF

C3, C4: 33 nF

C5, C6, C8, C11, C15, C20: 10 μ F/10 V

C7: 1,5 nF

C10: 680 pF

C12: 220 nF

C18: 1 μ F

Półprzewodniki:

U1: 74HC4066 (DIP-14 + podstawka)

U2, U3: NE5532 (DIP-8 + podstawki)

U4: 74HC86 (DIP-14 + podstawka)

Inne:

L1: 10 μ H (dławik osiowy)

P1...P4: złącze szpilkowe goldpin, męskie (2 piny)

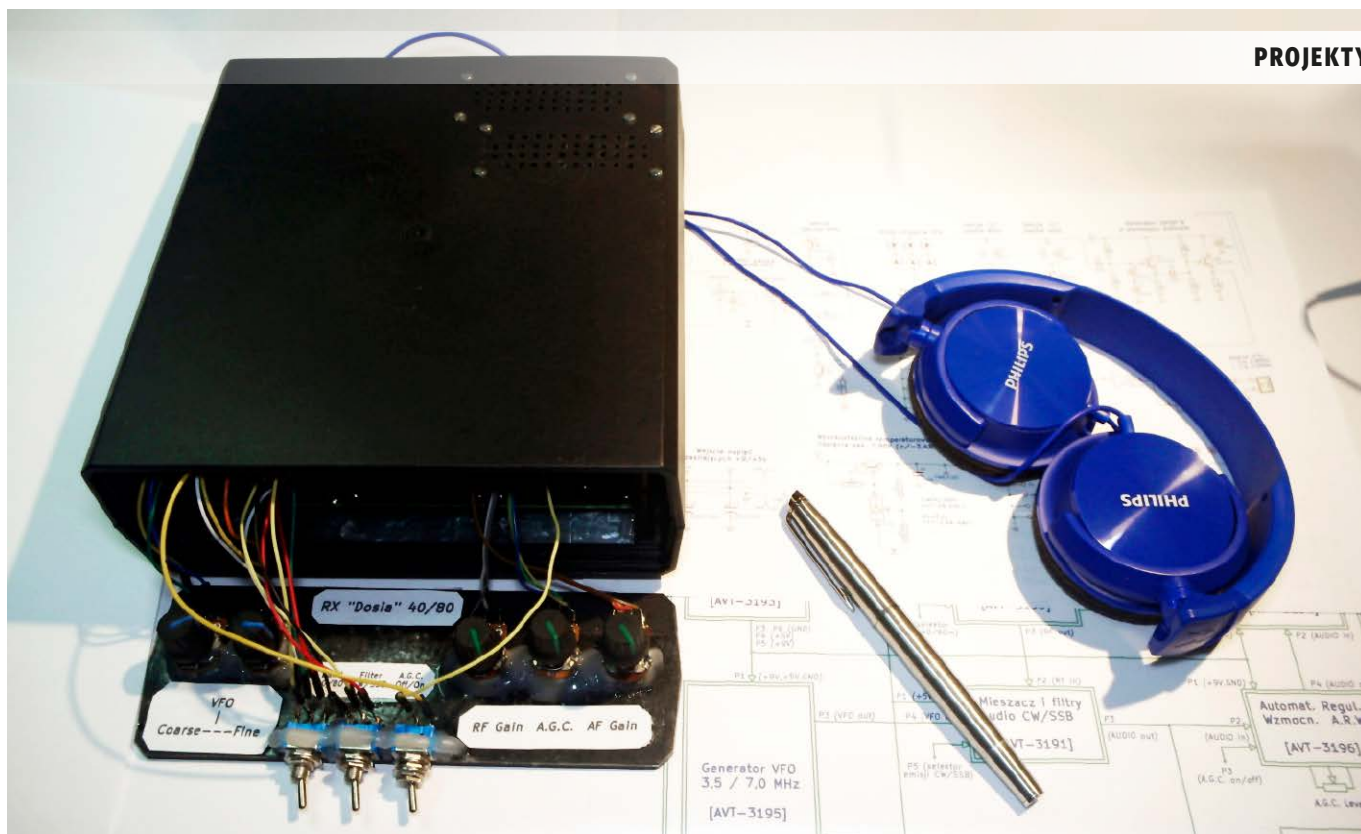
P5: złącze szpilkowe goldpin, męskie (3 piny)

mogłoby ono znacznie utrudnić skuteczne, prawidłowe zestrojenie omawianych filtrów w.cz. Na **rysunku 5** pokazano schemat montażowy płytki drukowanej omówionego w tym rozdziale modułu.

Adam Sobczyk SQ5RWQ

sq5rwq@gmail.com

<http://lsq5rwq.pl>



Modułowy odbiornik nastuchowy na pasma 80 m i 40 m „Dosia” (6)

Moduł VFO

Szósta część publikacji o odbiorniku nastuchowym na pasma KF 40 m i 80 m „Dosia”, to kontynuacja opisu konstrukcji w wersji niemal całkowicie analogowej. Opisano w niej moduł dwupasmowego generatora VFO, który wraz z mieszaczem odbiorczym (AVT-3191) stanowi kluczowy moduł odbiornika. Układ ten niewątpliwie zainteresuje wszystkich tych czytelników, którzy do tej pory nie zdecydowali się uruchomić „Dosi” z zastosowaniem zewnętrznego generatora przestrajanego lub dążą do skonstruowania w pełni samodzielnego odbiornika.

Na rysunku 1 pokazano schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia”, uzupełniony o moduł dwupasmowego generatora VFO. Opisano na nim sposób połączenia tego modułu do pozostałych części odbiornika.

Schemat ideowy samego generatora zamieszczono na rysunku 2. W dalszej części artykułu przedstawiono szczegóły montażu i uruchomienia, a także omówiono strojenie oraz metodykę optymalizacji parametrów prezentowanego tutaj modułu. Zarysowano też charakterystyki techniczne VFO oraz możliwości wykorzystania go w innych projektach.

Zasada działania i właściwości modułu generatora VFO

Na rysunku 2 przedstawiono schemat elektryczny generatora VFO. Cały układ jest zasilany dwoma napięciami: +5 V oraz +9 V, doprowadzanymi przez złącze P1 i filtrowany lokalnie przez pojemności: C1 i C2. Generatory analogowe są dość silnie wrażliwe na fluktuacje: temperatury otoczenia oraz napięcia zasilającego (zależy to jednak w znaczącym stopniu od przyjętej topologii układowej oraz od jakości zastosowanych podzespołów). Dlatego, aby maksymalnie

DODATKOWE MATERIAŁY DO POBRANIA ZE STRONY:

www.media.avt.pl

W ofercie AVT*

AVT-3195, 3199, 3192, 3193, 3194

Podstawowe informacje:

- Moduł uniwersalnego wzmacniacza m.cz. z ARW.
- Do zastosowania w dowolnych urządzeniach odbiorczych (i nie tylko).
- Próg zadziałania ARW około 9 „S”.
- Zakres regulacji progu zadziałania ARW około ± 10 dB.
- Dynamika ARW – lepsza niż 34 dB.
- Napięcie zasilające 9 V DC.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-2970	Odbiornik SDR na pasmo 2 m (EdW 2/2011)
AVT-2960	Minitransceiver SP5AHT (80 m/SSB) (EdW 11/2010)

* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawowy zestaw jest wersja [B] (nazwana potocznie KiTem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacją
- Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [A*] zaprogramowany układ
 - wersja [UK] zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!

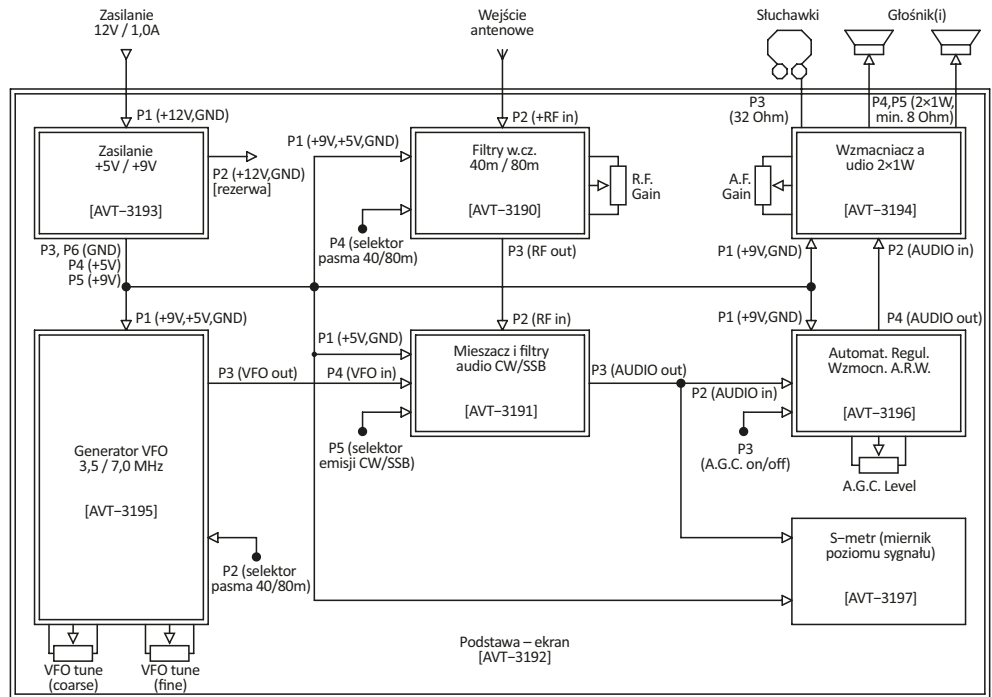
<http://shop.avt.pl>

zwiększyć częstotliwościową stabilność pracy właściwego generatora, zastosowano tu dodatkowe źródło napięcia zasilającego $VDDA$ o wartości ok. 8 V (dokładnie: 7,98 V maksymalnie $\pm 3,4\%$) Źródło to, zasilane z wejścia +9 V, pracuje w oparciu o wysokostabilne temperaturowo źródło napięcia odniesienia U1 (układ TL431 jako „programowalna dioda Zenera” z napięciem referencyjnym $U_{ref}=2,495$ V maksymalnie $\pm 2\%$) z tranzystorem Q1 (BC547B). Pełni on funkcję szeregowego elementu regulacyjnego i jednocześnie zmniejsza impedancję wyjściową całego stabilizatora. Rezystor R1 odpowiednio steruje bazą tranzystora Q1, natomiast rezystory R2 i R3 realizują dzielnik napięcia $VDDA$, którego wyjście pracuje w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego, zapewniając utrzymywanie na wyjściu stabilizatora napięcia:

$$VDDA = U_{ref} * (1 + R2/R3) \quad (1)$$

Zastosowanie rezystorów R2 i R3 o tolerancji 1% (lub przynajmniej dokładnie dobranej wartości) jest o tyle istotne, że zbyt duży rozrzut ich wartości, ustalający zbyt wysokie wynikowe napięcie $VDDA$, praktycznie uniemożliwi pracę tego bloku stabilizatora poprzez zatkanie tranzystora Q1 (za małe napięcie U_{be} tego tranzystora). W najgorszym możliwym wypadku błąd napięcia U_{ref} z układu U1 wyniesie $\pm 2\%$, a błąd dzielnika R2/R3 (z rezystorami o tolerancji 1%) będzie równy $\pm 1,4\%$, co daje maksymalną niedokładność wartości napięcia $VDDA$ na poziomie maksymalnie $\pm 3,4\%$, gwarantującym poprawność pracy tego bloku. Kondensator C3 na jego wyjściu zapewnia dodatkową filtrację napięcia $VDDA$ a także zabezpiecza stabilizator przed pasożytniczymi samowzbudzeniami.

Sercem opisywanego tutaj modułu VFO jest analogowy generator, pracujący w układzie Seilera, dość popularnym w klasycznych amatorskich urządzeniach radiokomunikacyjnych. Jest on zasilany wysoce stabilnym temperaturowo napięciem $VDDA$. Funkcję elementu aktywnego (generacyjnego) pełni popularny tranzystor Q4 (BC547B), wraz z rezystorami R7, R8 i R9 (polaryzacja bazy i ujemne sprzężenie emiterowe) oraz pojemnościami C6 i C7, realizującymi pętlę sprzężenia zwrotnego. Wyjście generatora (emiter Q4) przez kondensator sprzęgający C8, o stosunkowo niewielkiej pojemności, jest podawane na stopień wtórniaka-bufora z tranzystorem Q5 (BC547B) i rezystorami: R10, R11 i R12. Kondensator blokujący zakłócenia C9 chroni cały układ przed pasożytniczymi podwzbudzeniami na wyższych niż pożądane częstotliwościach. Buforowany sygnał z analogowego

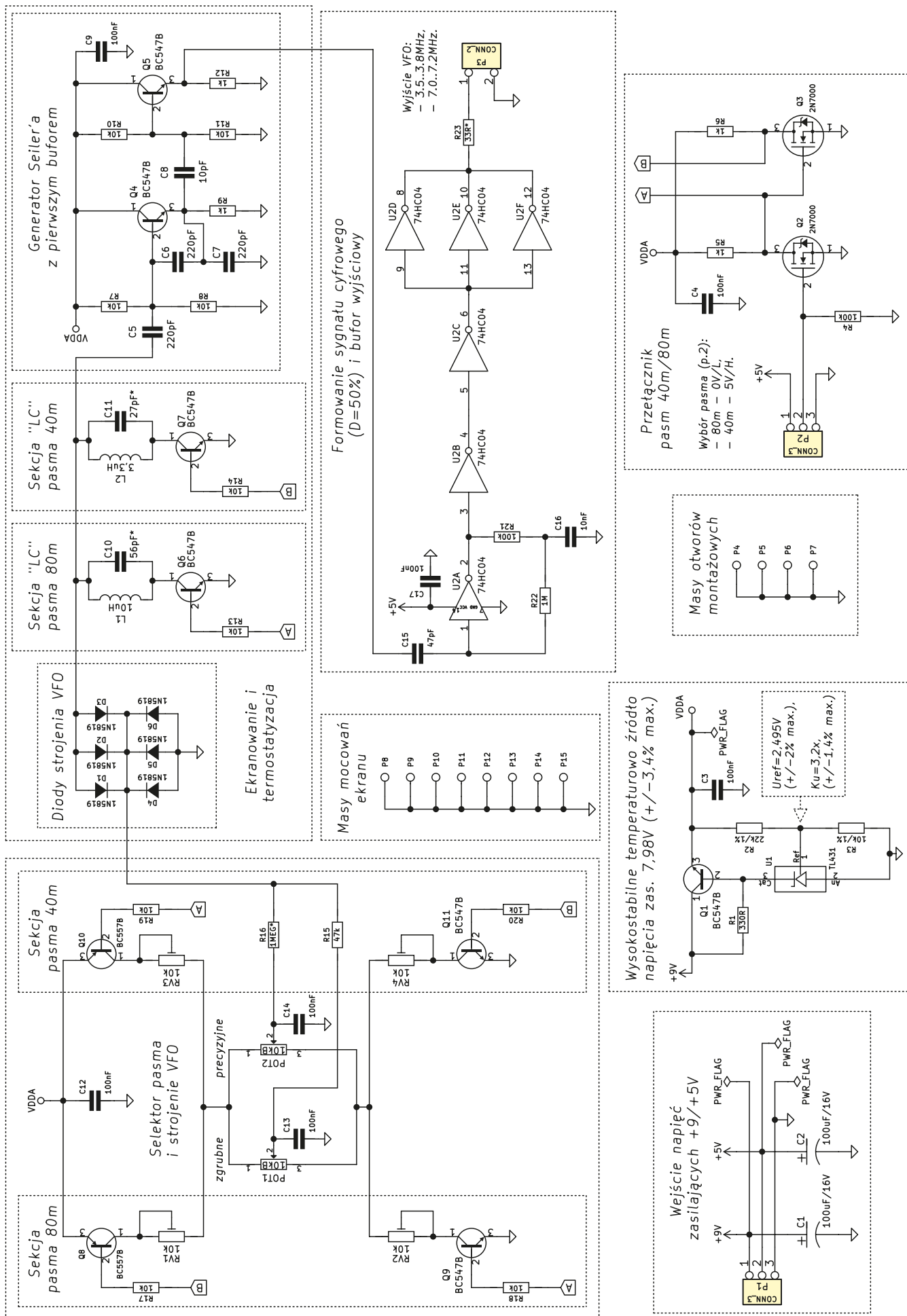


Rysunek 1. Schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia” 40 m/80 m (podstawowa wersja analogowa)

generatora, poprzez pojemność sprzęgającą C15, jest kierowany na wejście bramki NOT U2A w układzie 74HC04. Bramka ta pracuje w układzie formowania przebiegu prostokątnego (o poziomach logicznych CMOS 0/+5 V), przy czym realizuje też dodatkową funkcję symetryzacji tego przebiegu – tak, by jego współczynnik wypełnienia był jak najbardziej zbliżony do wartości $D=50\%$. Na jej wyjściu dołączono prosty filtr dolno-przepustowy RC z elementami R21 i C16, którego zadaniem jest ustalenie wartości średniej formowanego przebiegu prostokątnego. Wartość ta, odłożona na kondensatorze C16, jest wprost proporcjonalna właśnie do wartości współczynnika wypełnienia D i powinna być jak najbardziej zbliżona do wartości: $5 V * 50\% = 2,5$ V. Rezystor R22 o relatywnie dużej wartości względem R21 (niezbyt obciążający wyjście filtru dolno-przepustowego z R21 i C16) pracuje w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego i podaje wartość średnią (odfiltrowaną dolnoprzepustowo) przebiegu prostokątnego na wejście bramki U2A – jako składową stałą (offset/BIAS) dla wejściowego przebiegu zmiennego z generatora Seiler’a. Zabieg ten ma na celu przesunięcie punktu pracy bramki U2A tak, aby uzyskać zamierzony efekt symetryzacji przebiegu prostokątnego ($D=50\%$), bowiem bramka-inwerter NOT w środkowej części swojej charakterystyki przejściowej zachowuje się podobnie, jak wzmacniacz odwracający o znacznym ujemnym wzmocnieniu. Kolejne bramki NOT (U2B oraz U2C) realizują funkcje regeneracji kształtu sygnału prostokątnego, a dalsze połączone równoległe inwertery U2D..U2F stanowią bufor wyjściowy o łącznej wypadkowej impedancji równej około 15 W. Szeregowy rezystor R23

(*) zapewnia zestandaryzowaną impedancję wyjściową modułu generatora VFO, widzianą na wyjściu P3, zbliżoną do wartości 50 W. Ma on istotne znaczenie (aspekt dopasowania impedancji) w przypadku, gdy sygnał prostokątny z modułu VFO będzie prowadzony dalej przewodem koncentrycznym o impedancji 50 W. Natomiast przy krótkim, bezpośrednim połączeniu do wejścia kolejnego modułu (np. tak, jak to ma miejsce w odbiorniku „Dosia”) można go po prostu pominąć (zastąpić zwórką, zrobioną np. z kawałka srebrzanki). Kondensator C17 odspręga do masy zasilanie omawianego bloku cyfrowego dla występujących w nim zakłóceń impulsowych.

O częstotliwości pracy generatora decydują przede wszystkim równoległe rezonansowe obwody LC, dołączane do aktywnego bloku generacyjnego za pośrednictwem pojemności sprzęgającej C5. Są to odpowiednio obwody: L1-C10 dla pasma 80 m oraz L2-C11 dla pasma 40 m. Może zaistnieć potrzeba skorygowania wartości pojemności C10 (*) lub C11 (*), co dokładniej omówiono dalej w dziale poświęconym montażowi i strojeniu urządzenia. Tranzystory Q6 i Q7 z rezystorami R13 i R14, przez które polaryzowane są ich bazy, służą naprzemiennej komutacji (przełączaniu) od strony masy obu alternatywnych obwodów rezonansowych LC. Dostrajanie stałych obwodów LC do wybranej częstotliwości odbywa się za pomocą bloku diod D1..D6 strojenia VFO. W tym celu wykorzystano dwie trójki popularnych diod prostowniczych małej mocy „Schottky” typu 1N5819, które okazały się dobrymi zamiennikami dla coraz trudniej dostępnych w sprzedaży diod pojemnościowych (warikapów) w wykonaniu THT. Obie



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu dwupasmowego generatora VFO

trójki równolegle połączonych diod są połączone: szeregowo i przeciwnie dla składowej zmiennej oraz równolegle dla składowej stałej napięcia. Dla składowej stałej napięcia: anody diod D4..D6 są dołączone do masy wprost, natomiast anody diod D1..D3 są dołączane do masy przez jeden z dławików L1/L2 oraz otwarte złącze kolektor-emiter jednego z tranzystorów Q6/Q7. Natomiast dla składowej zmiennej napięcia: diody D1..D3 oraz D4..D6 są połączone równolegle (w ramach danej trójki) oraz szeregowo względem siebie. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania uzyskany został zwiększony zakres pojemności przestrajania Cd oraz poprawa symetrii pracy przestrajanego bloku diod pojemnościowych, skutkująca m.in. mniejszą zawartością pasożytniczych harmonicznych na wyjściu generatora. Jeśli przyjąć, że pojemność każdej spośród pojedynczych diod D1..D6, zależna od jej napięcia polaryzacji wstecznej Ur wynosi $Cj(Ur)$, to pojemność wypadkowa całego bloku strojenia wyniesie: $Cd(Ur) = [3 * Cj(Ur)] / 2 = 1,5 * Cj(Ur)$ (2)

Ostatecznie, uzyskiwana częstotliwość drgań zastosowanego w tym projekcie

generatora Seiler'a będzie określona popularnym wzorem Thomson'a:

$$Fvfo = 1 / [2 * P * sqrt(L * C)] \quad (3)$$

w którym wartość indukcyjności L , w zależności od wybranego pasma częstotliwości, należy zastąpić przez: indukcyjności dławików L1 albo L2, a pojemność C jest wypadkową sumą równolegle połączonych pojemności: stałych C10 lub C11, przestrajanych $Cd(Ur)$ oraz wszystkich pozostałych pojemności pasożytniczych Cp , wyznaczonych dla całego obwodu rezonansowego omawianego generatora.

Dostrajanie bloku warikapów D1..D6 do pożądanej wartości $Cd(Ur)$ odbywa się za pomocą zmian ich napięcia polaryzacji wstecznej Ur , podawanego przez rezystory R15 i R16 (*) z potencjometrów: POT1 (przestrajanie zgrubne „coarse”) oraz POT2 (dokładne dostrajanie „fine”). Wartość rezystora R15 zapewnia prawidłową polaryzację wsteczną zestawu sześciu diod Schottky o dość znacznych prądach wstecznych. Natomiast oporność R16 (*) ma znacznie większą wartość, zapewniającą możliwość podstrajania generatora VFO w niewielkim zakresie (tzw. precyzer „fine” – dokładnie). **Wartość rezystancji R16 (*) można dobrać wg własnych upodobań w zakresie 220 kW-2,2 MW pamiętając jednak o tym, że zgodnie z elektrotechniczną zasadą superpozycji uzyskany zakres podstrajania dokładnego będzie w przybliżeniu równy takiemu ułamkowi pełnego pasma przestrajania $Bvfo$, ile wynosi stosunek oporności R15/R16.** W przypadku wartości zaproponowanych w projekcie będzie to 47 kW/1 MW, czyli około 5%, co dla pasma przestrajania $Bvfo=300$ kHz da ca. 15 kHz, czyli $\pm 7,5$ kHz możliwego zakresu dokładnego dostrajania generatora VFO. Pojemności C12..C14 zabezpieczają blok strojenia VFO przed pasożytniczymi zakłóceniami, wzbudzeniami i modulacjami częstotliwości generatora, natomiast pozostałe elementy: tranzystory Q8..Q11, potencjometry montażowe RV1..RV4 oraz rezystory R17..R20 są przeznaczone do ustalenia zakresów przestrajania w wybranym pasmie: 40 m lub 80 m. Dla pasma 80m zakres ten ustalają nastawy

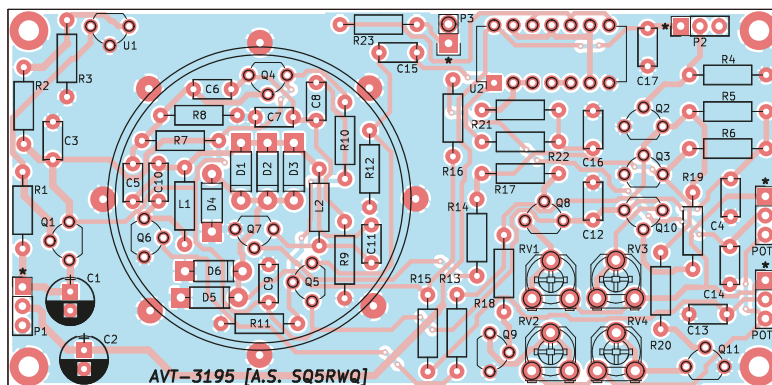
potencjometrów montażowych RV1 i RV2, załączanych do napięcia zasilania $VDDA$ (RV1) oraz masy (RV2). Tranzystory Q8 (PNP) i Q9 (NPN) z rezystorami R17 i R18 pełnią funkcje przełączanych kluczy. Analogiczne zadania dla pasma 40 m realizują: potencjometry RV3, RV4, tranzystory Q10, Q11 oraz rezystory R19 i R20.

Przełączanie równoległych obwodów rezonansowych „LC” L1-C10 i L2-C11 oraz sekcji potencjometrów montażowych, sterujących zakresami strojenia VFO: RV1/RV2 oraz RV3/RV4 realizowane jest poziomami napięć w punktach oznaczonych na schemacie na **rysunku 2** etykietami „A” i „B”. Napięcia te są wytwarzane w bloku przełącznika pasm 40 m/80 m z dwoma prostymi inwerterami poziomów logicznych, opartymi o tranzystory NMOS Q2 i Q3 (2N7000), rezystory R4, R5 i R6 i kondensator C4, blokujący zakłócenia w napięciu zasilania $VDDA$. Zadaniem tych inwerterów jest wytworzenie poziomów sterujących 0 V/+ $VDDA$, odpowiednich do przełączania kluczy z tranzystorami: Q6..Q11, ponieważ napięcie sterujące wyborem pasma 40/80 m, podane na wejście P2 i o poziomach logicznych 0/+5 V, nie byłoby odpowiednio do wyłączania kluczy PNP z tranzystorami Q8 i Q10. Jeżeli na wejście sterujące P2 nie zostanie podane żadne napięcie, to rezystor R4 spowoduje ustalenie stanu właściwego do generowania sygnału VFO na pasmo 80 m. Można też (na roboczo) zewrzeć pin 2 wejścia P2 z pinem 1 lub 3, uzyskując tym samym ustalenie na stałe generacji odpowiednio dla pasma 40 m lub 80 m.

Montaż, uruchomienie i strojenie generatora VFO

Na **rysunku 3** przedstawiono widok montażowy płytki drukowanej zaprezentowanego w tej publikacji modułu. Jego montaż i uruchomienie należy rozpocząć od bloku stabilizowanego temperaturowo zasilania $VDDA$ z elementami: U1, Q1, R1..R3 oraz C1..C3. Prawidłowo zmontowany i zasilony napięciem +9 V stabilizator powinien dać na swoim wyjściu napięcie $VDDA=7,98$ V $\pm 3,4\%$, przy czym jego wartość nie powinna

- Wykaz elementów:**
- Rezystory:** (0,25 W/5%)
 R1: 330 Ω
 R2: 22 k Ω /1%
 R3: 10 k Ω / 1%
 R4, R21: 100 k Ω
 R5, R6, R9, R12: 1 k Ω
 R7, R8, R10, R11, R13, R14...R20: 10 k Ω
 R15: 47 k Ω
 R16*: 1 M Ω
 R22: 1 M Ω
 R23*: 33 Ω
- POT1, POT2: 10 k Ω /B (lin., obrot. 16 mm + złącza goldpin męskie, 3 piny)
 RV1...RV4: 10 k Ω (montażowy, leżący w obudowie RM-065)
- Kondensatory:**
 C1, C2: 100 μ F/16 V
 C3, C4, C9, C12...C14, C17: 100 nF/50 V
 C5...C7: 220 pF/50 V
 C8: 10 pF/50 V
 C10*: 56 pF/50 V
 C11*: 27 pF/50 V
 C15: 47 pF/50 V
 C16: 10 nF/50 V
- Półprzewodniki:**
 D1...D6: 1N5819 (DO-41)
 Q1, Q4...Q7, Q9, Q11: BC547B (TO-92)
 Q2, Q3: 2N7000 (TO-92)
 Q8, Q10: BC557B (TO-92)
 U1: TL431 (TO-92)
 U2: 74HC04 (DIP-14)
- Inne:**
 L1: 10 μ H (osiowy, tol. 10% lub wg opisu w tekście)
 L2: 3,3 μ H (osiowy, tol. 10% lub wg opisu w tekście)
 P1, P2: złącza „goldpin” męskie (3 piny)
 P3: złącze „goldpin” męskie (2 piny)
 P4...P7: śruby M2,5/12 mm z nakrętkami (dystanse + dokręcenie)
 P8...P15: pola lutownicze mocowania ekranu



Rysunek 3. Schemat montażowy modułu dwupasmowego generatora VFO



Fotografia 4. Główna część generatora VFO przed zaekranowaniem

ulegać wyraźnym zmianom w szerokim zakresie zmian temperatury otoczenia.

Mając do dyspozycji zweryfikowane źródło napięcia zasilania $VDDA$ przystępujemy do montażu elementów właściwego generatora Seilera (elementy: Q4, R7..R9 i C5..C9) wraz z pierwszym buforem analogowym (Q5 z R10..R12). W poprawnie zmontowanym, ale jeszcze nie wytwarzającym drgań generatorze, na bazach tranzystorów Q4 i Q5 powinno odłożyć się napięcie równe około $VDDA/2$, a na emiterach tych tranzystorów napięcie niższe o około 0,65 V. W następnym kroku montujemy sekcje równoległych obwodów rezonansowych „LC” z elementami: L1, L2, C10, C11, Q6, Q7 oraz R13 i R14. Po dołączeniu „na roboczo” punktu oznaczonego na schemacie etykietą „A” do masy układu, a punktu „B” do zasilania ($VDDA$ lub +9 V) albo odwrotnie, generator powinien rozpocząć wytwarzanie sygnału harmonicznego, którego obecność można stwierdzić oscyloskopem na wyprowadzeniu emitera (wyjściu wtórnika) tranzystora Q5. Na tym etapie prac należy przejść do montażu, uruchomienia i sprawdzenia poprawności pracy bloku formowania i symetryzacji wyjściowego sygnału prostokątnego VFO z bramkami U2A..U2F, pojemnościami C15..C17 i rezystorami R21..R23. Poprawnie zmontowany i zasilony napięciem +5 V blok formujący powinien dostarczać na wyjściu P3 modułu generatora VFO przebieg prostokątny 0/+5 V o współczynniku wypełnienia maksymalnie zbliżonym do $D=50\%$. Jeśli nie dysponujemy przyrządem pozwalającym na precyzyjny pomiar wartości współczynnika D w przebiegu wyjściowym, to możemy sprawdzić go pośrednio przez pomiar napięcia na pojemności C16, które powinno wynosić około 2,5 V (a dokładniej: połowę napięcia zasilania +5 V).

W kolejnym kroku należy uruchomić blok przełącznika pasm z elementami: P2, Q2, Q3 oraz R4..R6. Prawdopodobnie zmontowany przełącznik pasm przy podawaniu poziomów logicznych 0 V/5 V na pin 2 wejścia P2 powinien ustawiać w punktach układu,

oznaczonych etykietami „A” i „B” (dreny tranzystorów Q2 i Q3) napięcia zbliżone do 0 V lub do $VDDA$. W trakcie uruchomienia generatora VFO wybór pasma można wykonywać roboczo poprzez zwieranie pinu 2 złącza P2 do pinu 1 (pasma 40 m) lub pinu 3 (pasma 80 m).

Następnie trzeba starannie wlutować diody strojące generator: D1..D6 zwracając uwagę na ich polaryzację. Analogowa część generatora VFO powinna wyglądać na tym etapie prac w przybliżeniu tak, jak to pokazano na fotografii 4. Widać na niej dławiki L1 i L2, dolutowane na roboczo do wlutowanych w miejsca otworów lutowniczych dla tych dławików czterech pojedynczych męskich „szpilek” goldpin. Jest to rozwiązanie opcjonalne, pozwalające jednak na dobieranie dławików o lepszych stabilnościach temperaturowych (aspekt ten został opisany w dalszej części artykułu).

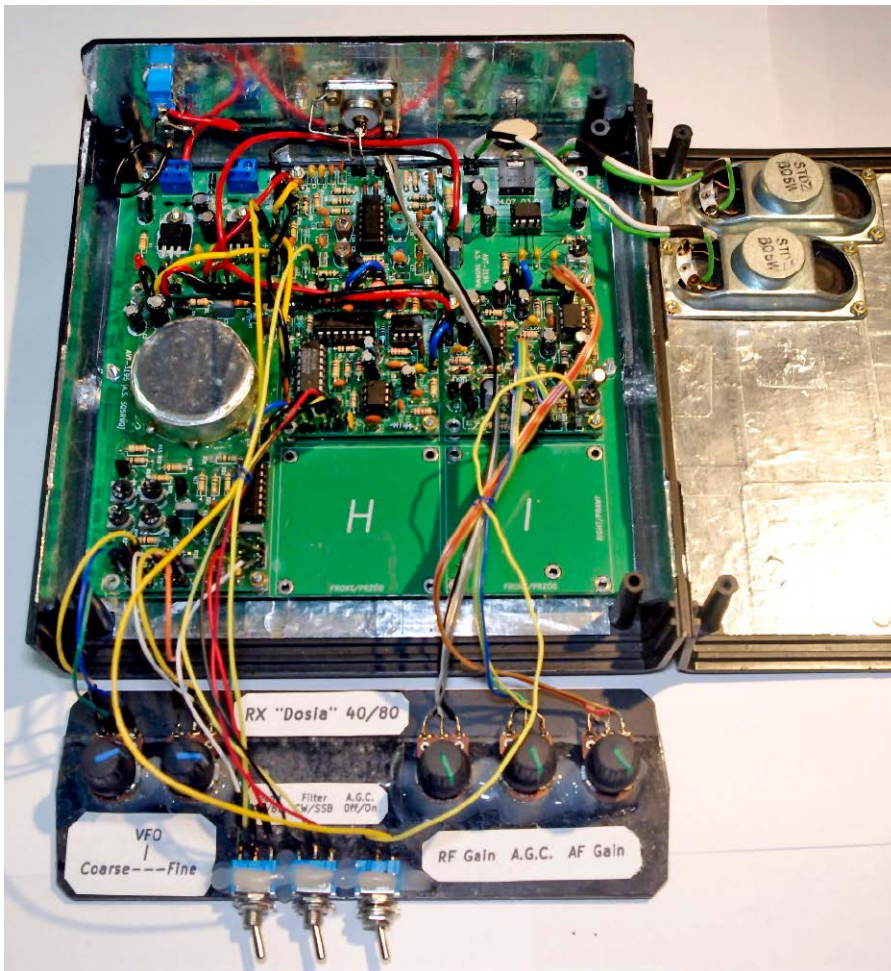
Mając wstępnie zmontowany i uruchomiony cały tor generatora przystępujemy do montażu bloku wyboru pasma i strojenia VFO. Potencjometry strojenia VFO zgrubnego (POT1) i precyzyjnego (POT2) wygodnie jest dolutować do męskich wyprowadzeń „goldpin” na PCB. Łączące kable nie muszą być ekranowane, ale dobrze, by nie były dłuższe, niż jest to absolutnie konieczne. Pojedyncze żyły należy skrócić ze sobą a wyprowadzenia suwaków potencjometrów (a także cały blok strojenia) zablokować dla zakłóceń do masy pojemnościami C12..C14. Strojenie VFO odbywa się za pośrednictwem rezystorów R15 i R16 (*). Ostatni z nich można wlutować na dłuższych wyprowadzeniach po to, by ewentualnie móc później łatwo wymienić go na taki, który zapewni zakres dostrajania precyzyjnego bardziej zbliżony naszym upodobaniom. Na koniec wlutowujemy elementy: R17..R20, RV1..RV4 oraz Q8..Q11.

Proces strojenia generatora VFO należy wykonać z pomocą miernika częstotliwości przebiegów logicznych (cyfrowych), pomocniczego generatora przestrajanego lub przynajmniej innego odbiornika czy transceiver’a na pasma 40 m i 80 m ze stabilnym generatorem i odczytem częstotliwości.

W pierwszym z tych przypadków miernik podłączamy do wyjścia P3 omawianego modułu. W drugim przypadku generator pomocniczy z wyjściem zbliżonym do wejścia antenowego „Dosi” posłuży jako pomocnicze źródło charakterystycznych „markerów częstotliwości” (np. 3,5 oraz 3,8 MHz dla pasma 80 m). W trzecim niezależny odbiornik na podobnej zasadzie może posłużyć do nasłuchu sygnału generowanego przez VFO „Dosi”. Jakkolwiek, zdecydowanie, jako najbardziej niezawodną i najwygodniejszą polecam metodę pierwszą, przy czym w roli miernika częstotliwości można użyć np. przyrządu LFCM-1 (AVT-5398, <http://bit.ly/2Mk5hyR>) lub oscyloskopu z odpowiednią funkcją pomiarową. Proces strojenia wykonujemy osobno dla każdego z obsługiwanych pasm, uprzednio wybierając je przez ustawienie zworki na wejściu P2 modułu. W pierwszej kolejności wszystkie potencjometry montażowe RV1..RV4 ustawiamy w skrajnych położeniach tak, aby na skrajnych wyprowadzeniach (1 i 3) potencjometrów regulacyjnych POT1 i POT2 pojawiły się napięcia: 0 V (potencjał masy) lub $+VDDA$. Potencjometr POT2 (strojenie precyzyjne) ustawiamy dokładnie w środkowym położeniu, natomiast potencjometr strojenia zgrubnego POT1 ustawiamy w położeniach skrajnych celem weryfikacji pomiarowej tego, czy możliwe jest pokrycie całych wymaganych pasm generacji z niewielkimi marginesami rzędu 20 kHz max. (tzn.: $F_{vfo} = F_{min}..F_{max} = 6,980,0..7,320,0$ MHz dla pasma 40 m oraz $F_{vfo} = 3,480,0..3,820,0$ MHz dla pasma 80 m). Jeśli pokrycie podanych zakresów nie jest możliwe, to należy dokonać eksperymentalnej korekty (doboru) wartości pojemności C10 (*) i/lub C11 (*) (vide: wzór (3) z dalszymi wyjaśnieniami) – tak, aby w środkowym położeniu potencjometru POT1 generowana F_{vfo} była maksymalnie zbliżona do środka danego pasma, a skrajne położenia POT1 dawały pokrycie obu pasm z dostatecznymi zapasami. Po osiągnięciu opisanego celu można przystąpić do dokładnego ustalenia zakresów przestrajania VFO, które realizujemy poprzez naprzemienne, iteracyjne



Fotografia 5. Moduł VFO z zaekranowanym właściwym generatorem



Fotografia 6. Wnętrze odbiornika z modułem VFO, panelem roboczym i głośnikami

regulacje par potencjometrów: RV1 i RV2 (pasmo 80 m) oraz RV3 i RV4 (pasmo 40 m) – oczywiście, osobno dla każdego pasma. Pojedyncza iteracja dla wybranego pasma polega na ustawieniu suwaka POT1 w skrajnym prawym położeniu i korekcie wartości RV1 (albo RV3) tak, by $F_{vfo} = F_{max}$, a następnie na ustawieniu suwaka POT1 w skrajnym lewym położeniu i korekcie wartości RV2 (albo RV4) tak, by $F_{vfo} = F_{min}$. Iteracje te powtarzamy tak długo, aż stwierdzimy, że skrajne wartości nastaw F_{vfo} nie wymagają dalszych korekt.

Należy w tym miejscu zaznaczyć fakt, że zaraz po włączeniu (tzw. „wygrzewanie się” VFO) oraz pod wpływem zmian temperatury otoczenia (uwaga: także w trakcie ustawiania zakresów przestrajania VFO) będzie następowało stosunkowo niewielkie, samorzutne odstawianie się generatora. Zmiany te będą miały wykładniczy charakter co w praktyce oznacza tyle, że ich dynamika będzie malała wraz z upływającym czasem (asymptotyczne dążenie do pewnej wartości ustalonej). Proces ten może trwać od kilku do kilkunastu minut od momentu włączenia odbiornika lub znacznej zmiany temperatury otoczenia. Optymalizacja stabilności termicznej analogowego generatora VFO może być realizowana na dwa główne sposoby: poprzez jego

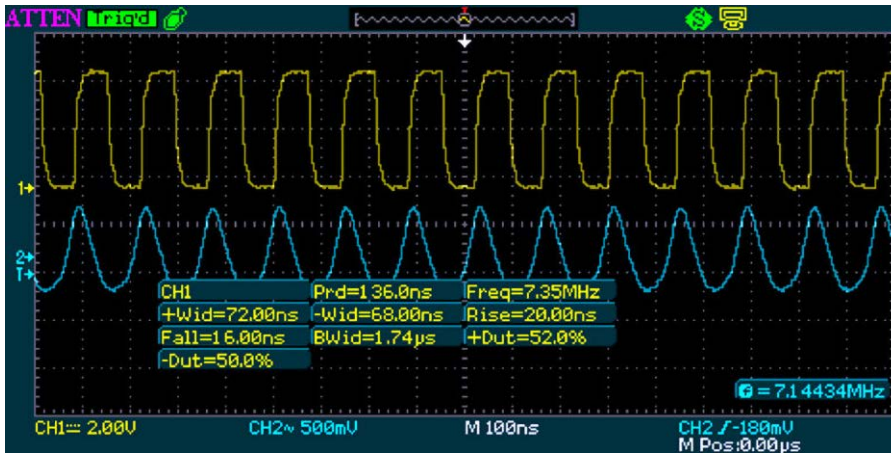
termostatyzację i podgrzewanie do ściśle określonej, stałej temperatury albo poprzez zastosowanie komponentów (głównie „LC”) o minimalnych lub wzajemnie kompensujących się współczynnikach zmian temperaturowych. Pierwsze z tych rozwiązań, testowane przez autora we wcześniejszym prototypie generatora VFO, okazało się nieco zbyt energochłonne dla przenośnego odbiornika a także zbyt skomplikowane do wykonania dla mniej doświadczonych odtwórców tego projektu. Drugie z kolei wymaga samodzielnego, doświadczalnego doboru elementów „LC” generatora (głównie: L1, L2, C10 (*) i C11 (*)). **Czytelnikom zainteresowanym podjęciu takiego optymalizacyjnego wyzwania konstruktorskiego przekazuję poniższe wskazówki:**

- a. Jeśli chcemy eksperymentować z doбором elementów „LC” generatora, to zdecydowanie warto jest ten zabieg przeprowadzić jeszcze przed opisany dalej jego (opcjonalnym) zaekranowaniem.
- b. Największy wpływ na temperaturową stabilność częstotliwości F_{vfo} mają dławiki L1 i L2 – głównie z uwagi na mechaniczną rozszerzalność termiczną materiałów ich rdzeni oraz znaczną wrażliwość ich przenikalności magnetycznej

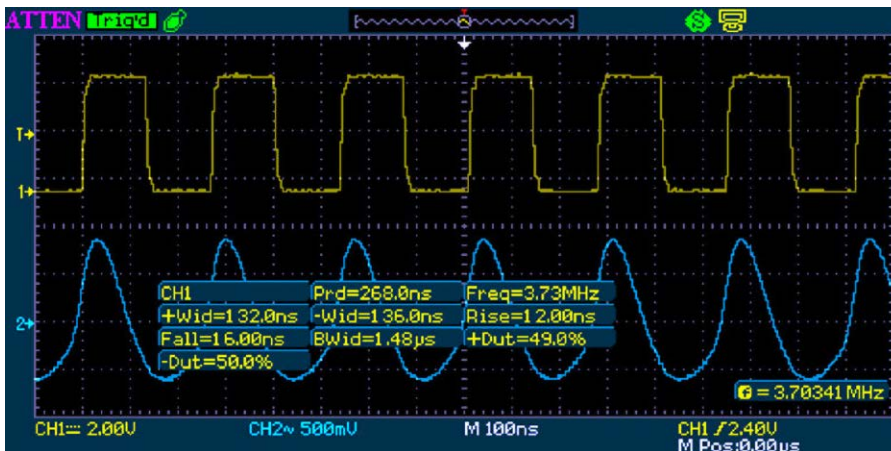
na temperaturę; dlatego warto w pierwszej kolejności skupić się na tych właśnie podzespołach.

- c. „Zwykle” (popularne, zielone) dławiki w wykonaniu THT dość znacznie różnią się sposobem i jakością wykonania (także pomiędzy różnymi producentami i partiami produktów), więc można eksperymentować ze stosowaniem elementów pozornie jednakowych, lecz o różnych własnościach; korzystne może okazać się także połączenie szeregowo dwóch dławików o mniejszych indukcyjnościach, np. $5,6 \mu\text{H} + 4,7 \mu\text{H}$ lub $2 \times 4,7 \mu\text{H}$ w miejsce dławika $L1 = 10 \mu\text{H}$ czy $2 \times 1,5 \mu\text{H}$ lub $1 \mu\text{H} + 2,2 \mu\text{H}$ w miejsce dławika $L2 = 3,3 \mu\text{H}$.
- d. Ze sprawdzonych opinii konstruktorów-praktyków wynika jednak, że najlepsze rezultaty udało się uzyskać stosując dławiki w wykonaniu SMD; szczególnie polecane są produkty firmy „TDK” w stosunkowo dużych obudowach typu 1210, które można dość łatwo wlutować w miejsce dławików THT – np. za pośrednictwem pojedynczych „goldpinów” czy odcinków cienkiej srebrzanki 0,5 mm.

Mając już do dyspozycji zmontowany, uruchomiony i wstępnie zestrojony moduł VFO, w tym miejscu trochę uwagi warto jest poświęcić jego zaekranowaniu. Na fotografii 1 widać (rozmessezone wokół bloku generatora analogowego i na planie okregu) osiem dużych pól lutowniczych. Są one przeznaczone do zamontowania opcjonalnego metalowego ekranu ponad „sercem” opisanego w tym artykule modułu. Zastosowanie takiego ekranu znacznie poprawia stabilność pracy generatora VFO (niezależnie od wszelkich opisanych wcześniej działań optymalizacyjnych) w zakresie odporności na wpływ zewnętrznych pól elektromagnetycznych a także – częściowo – na fluktuacje temperatury otoczenia. Jakkolwiek, VFO pozbawione takiego dedykowanego ekranu także będzie funkcjonowało. Pewną poprawę stabilności temperaturowej VFO można osiągnąć również poprzez trwałe zalanie elementów generatora analogowego (praktycznie większość elementów wewnątrz podwójnego okregu na PCB) staryną ze zwykłej świeczki, jednak autor tego projektu zdecydowanie preferuje rozwiązanie z dedykowanym ekranem metalowym. Na fotografii 2 pokazano w pełni zmontowany i zaekranowany moduł generatora VFO AVT-3195. W tym przypadku z zastosowano ekran metalowy, wykonany z metalowej podstawki – naczynia zaadoptowanego z popularnej świeczki typu „tea-light” (świeczki takie są dostępne w większości sklepów gospodarczych i supermarketów w cenie zbliżonej do 10 groszy za sztukę). Taką obudowę można łatwo uzyskać ze zużytej świeczki poprzez „wyparzenie” jej



Fotografia 7. Oscylogramy sygnałów generowanych dla pasma 40 m



Fotografia 8. Oscylogramy sygnałów generowanych dla pasma 80 m

we wrzątku (celem pozabawienia resztek staryny) i ostatecznym odłuszczeniu szmatką z rozpuszczalnikiem „nitro”. Optymalnym rozwiązaniem jest delikatne dolutowanie krawędzi ekranu do PCB w jak największej liczbie punktów lutowniczych – uważając jednak, by ich nie odparzyć zbyt długim lutowaniem. Prostsza alternatywą dla mocowania ekranu (zwłaszcza w przypadku napotkanych trudności z lutowaniem metalowego ekranu) może być przeciągnięcie „na krzyż” po średnicach walca ekranu a ponad nim czterech odcinków lekko napiętej srebrzanki o średnicy 0,5 mm – z końcami zalutowanymi w otworach przeznaczonych do zamocowania ekranu. Takie rozwiązanie zapewni wystarczające:

kontakt elektryczny ekranu z masą układu oraz jego stabilizację mechaniczną. Brzegi ekranu na PCB można dodatkowo uszczelnić za pomocą dowolnego kleju polimerowego, co zwiększy jeszcze jego stabilność mechaniczną i temperaturową. **Fotografia 3** ukazuje wnętrze rozbudowanego o moduł VFO odbiornika „Dosia”. Widać na niej także: ekranowanie wnętrza obudowy metalową folią samoprzylepną, dwa nieduże głośniki, zamocowane do górnej pokrywy oraz przedni panel operacyjny, na którym tymczasowo wyprowadzono wszystkie niezbędne potencjometry regulacyjne i przełączniki (projekt docelowej zabudowy przedniego panelu zostanie zaprezentowany razem z ostatnim

modułem tego projektu). Po ewentualnym dodaniu opisanego powyżej ekranu generatora oraz zamontowaniu i podłączeniu płytki VFO w obudowie należy ostatecznie zweryfikować poprawność i jakość generowanych przebiegów w punktach: na wejściu bramki U2A (za kondensatorem C15) oraz na wyjściu P3 modułu VFO. Powinny one wyglądać i mieć parametry jak najbardziej zbliżone do tego, co pokazano na oscylogramach pomiarowych na **fotografiach 4 i 5** (osobno dla obu pasm). W przypadku uzyskania prawidłowych rezultatów pomiarów i po zakończeniu wszelkich czynności montażowych, proces regulacji zakresów strojenia F_{vfo} należy raz jeszcze powtórzyć – koniecznie na „wygrzany” w temperaturze pokojowej generatorze VFO.

Podsumowanie

W tej odsłonie publikacji o odbiorniku nastuchowym „Dosia” zaprezentowano moduł analogowego generatora VFO. Projekt ten powstawał w kilku długich iteracjach, a wszystkie wprowadzane sukcesywnie modyfikacje są najlepszym dowodem na to, że wykonanie od podstaw nieskomplikowanego, analogowego generatora przestrzajanego w.c. o przyzwoitych parametrach nie jest trywialnym zadaniem. Przedstawiony moduł VFO można stosować także w innych konstrukcjach analogowych urządzeń radiokomunikacyjnych – także po przestrojeniu na nieco inne pasma częstotliwości. W następnych artykułach z tego cyklu przedstawione będą moduły: miernika poziomu odbieranego sygnału (S-metra) oraz bloku kontrolno-sterującego ze „skalą częstotliwości” (F-metrem). W ostatnim odcinku przedstawiony zostanie także projekt estetycznego i funkcjonalnego panelu czołowego, na którym swoje miejsce znajdą wszystkie elementy manipulacyjne i informacyjne odbiornika „Dosia”. Na koniec chciałbym podziękować serdecznie: Koledze Włodkowi Salwie SP5DDD za przydatne praktyczne porady konstruktorskie oraz Panu Krystianowi Borszczowi za zaangażowanie i współpracę przy równoległej realizacji drugiego modelu generatora VFO.

Adam Sobczyk SQ5RWQ
sq5rwq@gmail.com
<http://sq5rwq.pl>

REKLAMA

Wydanie specjalne
„Raspberry Pi” to polski przekład
światowego bestsellera na temat
słynnego minikomputera

www.UlubionyKiosk.pl

