



# 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.*

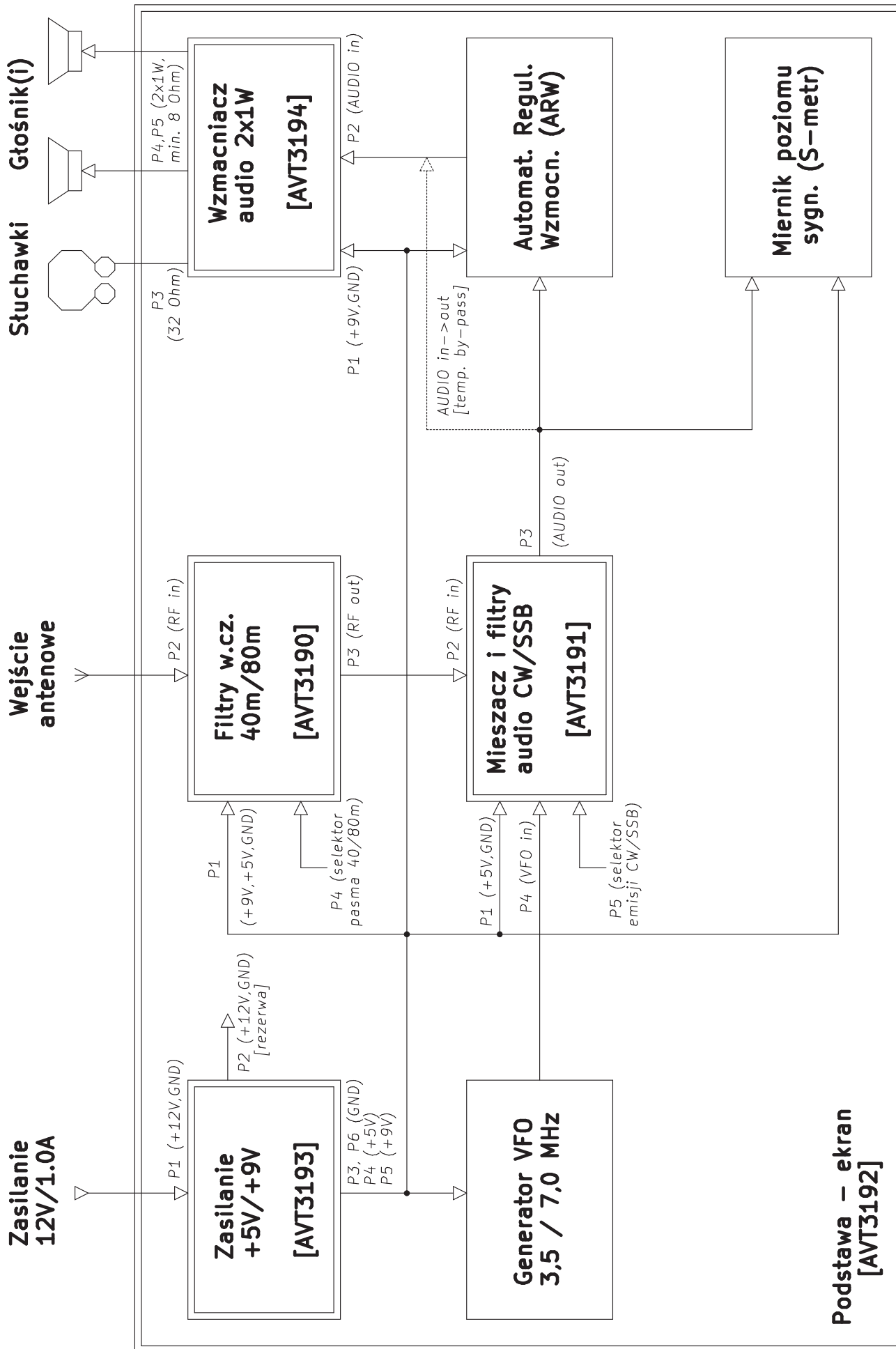
Na **rysunku 1** przedstawiono poszerzony i uzupełniony schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia”. Podwójną linią zaznaczono na nim omówione wcześniej moduły (AVT3190...AVT3194). Opisano też szczegółowo wszystkie połączenia między zaprezentowanymi modułami, których wykonanie pozwoli na uruchomienie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

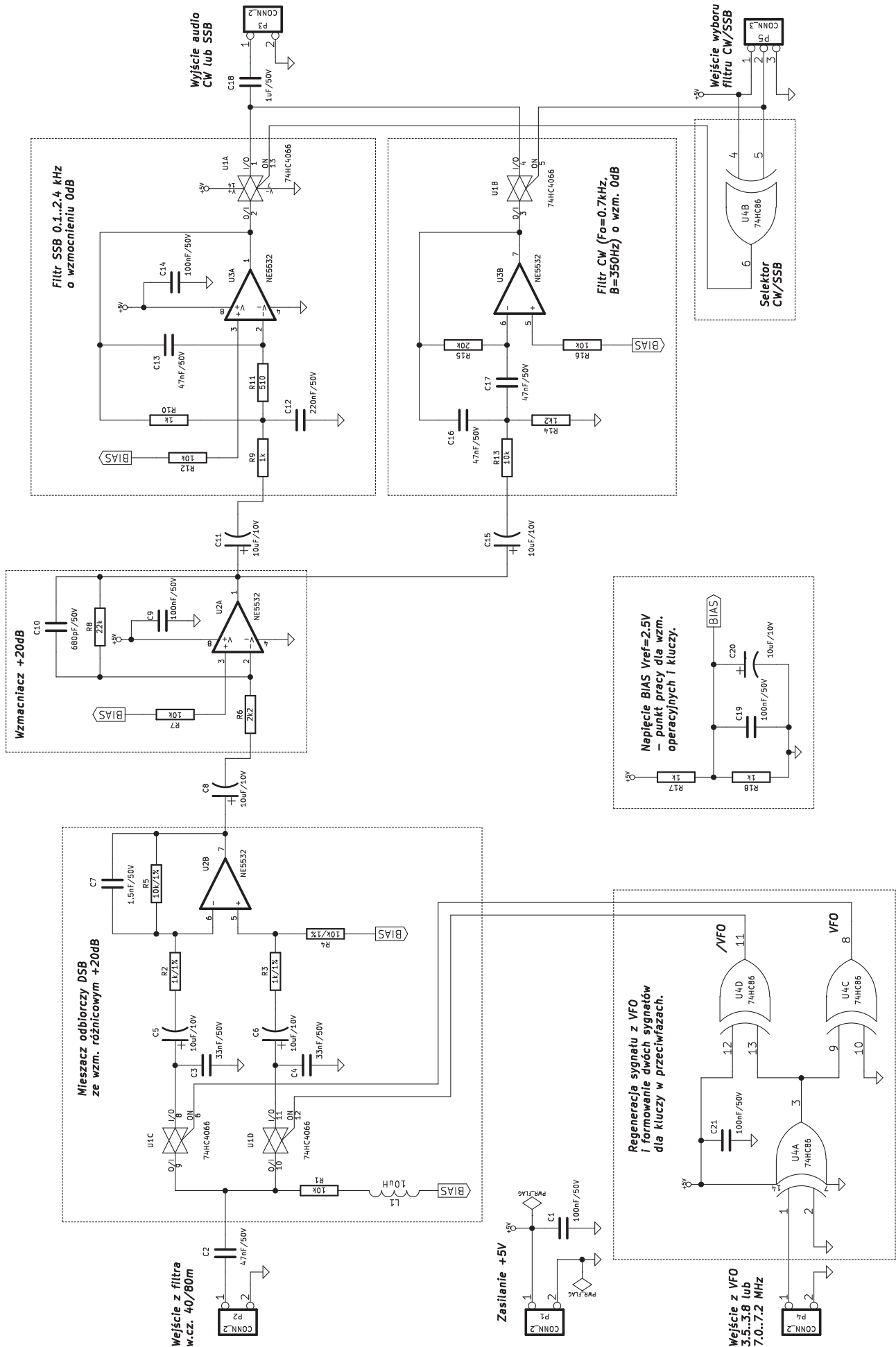
## **Mieszacz odbiorczy z amplifiltrami audio CW/SSB**

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 filtrów 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)

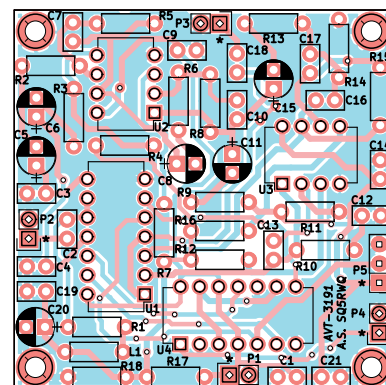
#### \* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowni! 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.

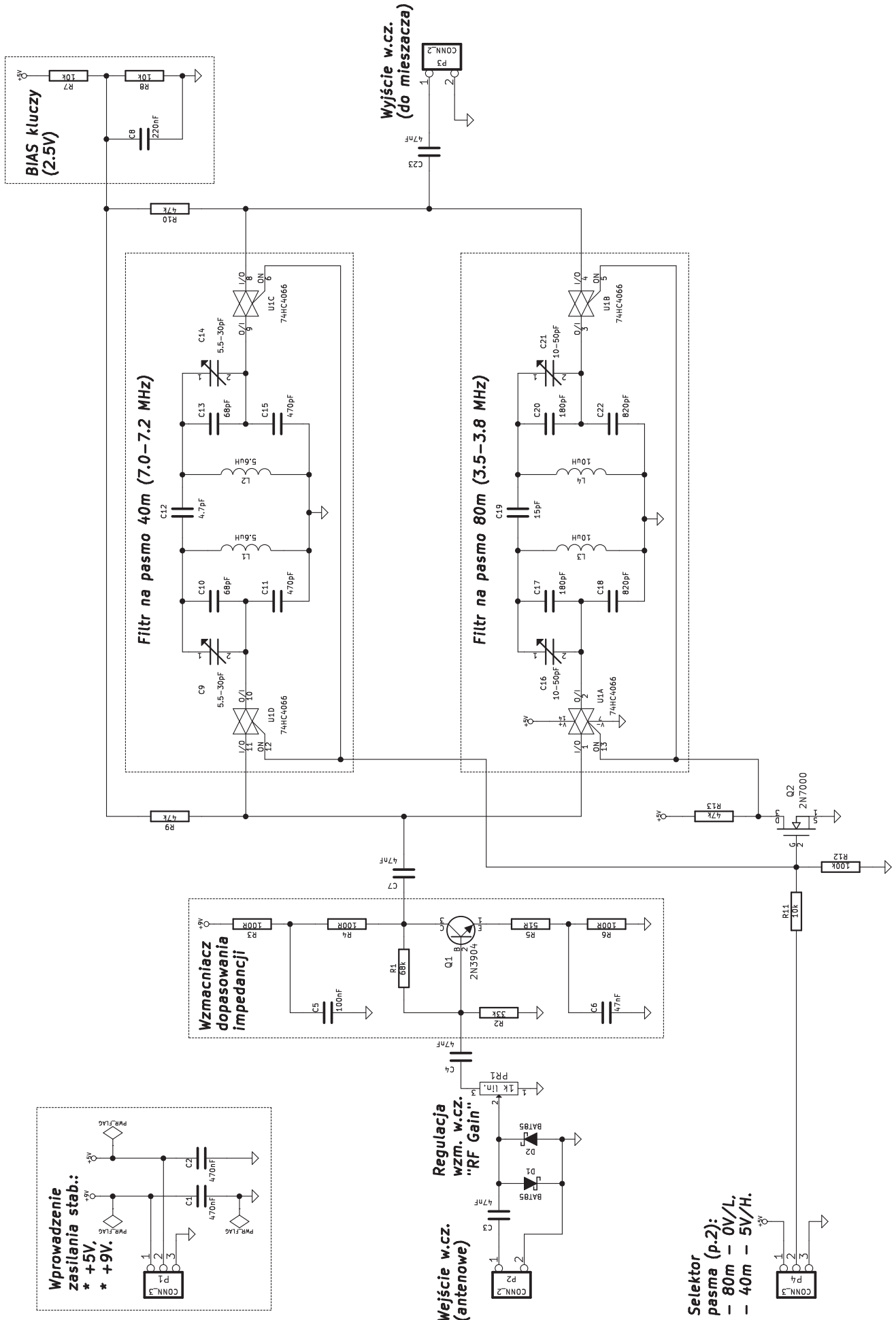
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- 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

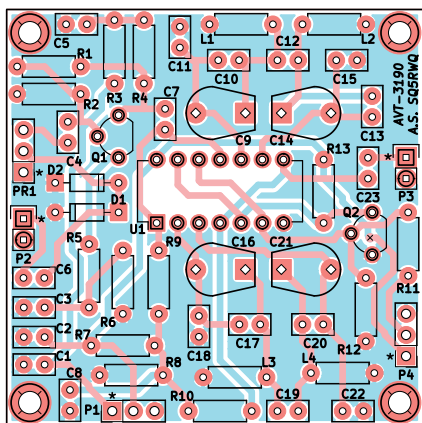
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz: <http://shop.avt.pl>



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 $\Omega$

R2: 33 k $\Omega$

R3, R4, R6: 100  $\Omega$

R5: 51  $\Omega$

R7, R8, R11: 10 k $\Omega$

R9, R10, R13: 47 k $\Omega$

R12: 100 k $\Omega$

PR1: 1 k $\Omega$  (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  $\mu$ H (dławik osiowy)

L3, L4: 10  $\mu$ 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 $\Omega$

R2, R3: 1 k $\Omega$ /1%

R4, R5: 10 k $\Omega$ /1%

R6: 2,2 k $\Omega$

R8: 22 k $\Omega$

R9, R10, R17, R18: 1 k $\Omega$

R11: 510  $\Omega$

R14: 1,2 k $\Omega$

R15: 20 k $\Omega$

**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  $\mu$ F/10 V

C7: 1,5 nF

C10: 680 pF

C12: 220 nF

C18: 1  $\mu$ F

**Półprzewodniki:**

U1: 74HC4066 (DIP-14 + podstawka)

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

U4: 74HC86 (DIP-14 + podstawka)

**Inne:**

L1: 10  $\mu$ 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>