



Homodyna kontra superheterodyna w konstrukcjach krótkofalarskich

*Opis układu transceivera homodynowo-
fazowego DOB-80 w wersji SP9LVZ*

Piotr Faltus
SP9LVZ

Pod nazwą „homodyna” lub poprawniej „odbiornik homodynowy” kryje się jedna z możliwości detekcji sygnałów radiowych w odbiornikach z bezpośrednią przemianą. Inne nazwy to: synchronodyna lub odbiornik z zerową częstotliwością pośrednią (IF).

W odbiorniku homodynowym przychodzący z anteny sygnał radiowy (foniczny jednowstęgowy SSB lub telegraficzny CW) jest demodulowany w mieszaczu, do którego dochodzi też sygnał z generatora lokalnego. Generator lokalny pracuje w paśmie odbiorczym, a jego częstotliwość jest przesunięta o odstęp umożliwiający otrzymanie sygnału akustycznego.

W identyczny sposób następuje demodulacja sygnału w superheterodynie, lecz odbywa się to na stałej częstotliwości pośredniej, poprzedzonej stopniem wejściowym odbiornika z filtrami pasmowymi i mieszaczem, dzięki któremu następuje przemiana częstotliwości odbieranej na stałą częstotliwość pośrednią.

Źródła historyczne podają datę pierwszego stosowanie odbioru homodynowego około roku 1932, więc dawno, dawno temu,...

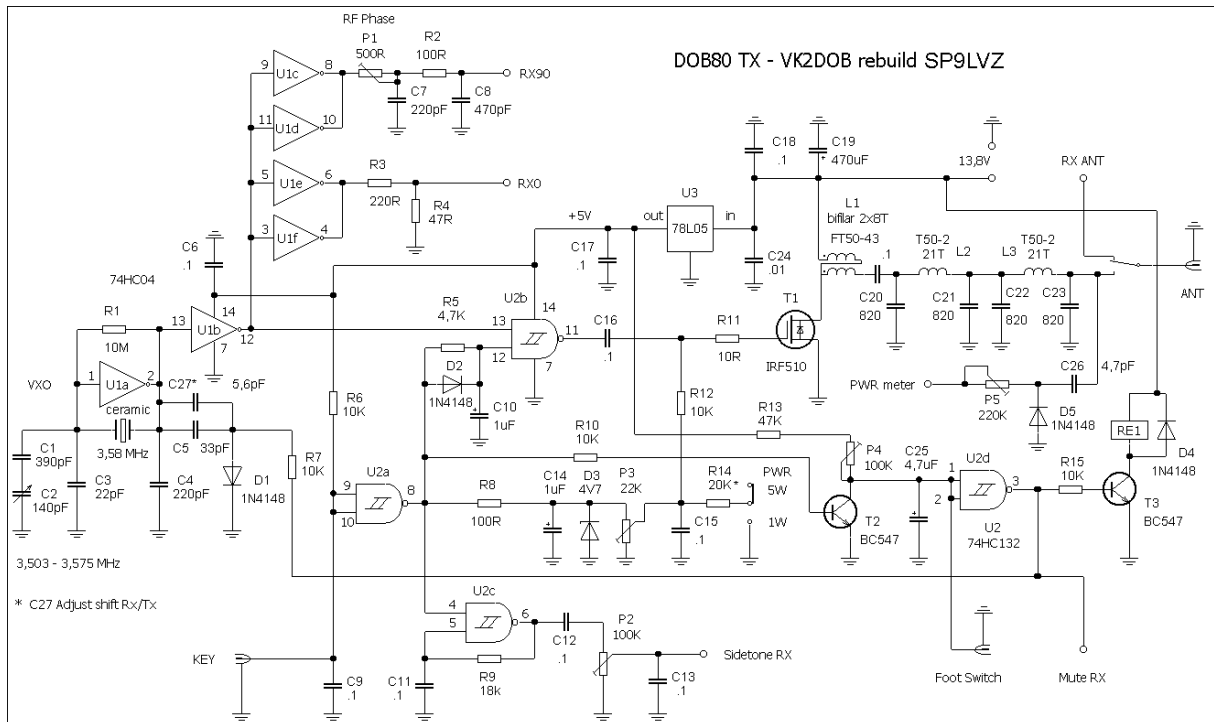
Opis, który chciałem przedstawić dotyczy układu wg. koncepcji VK2DOB, powielonego już przez wielu krótkofalowców, w tym Alexa OM3TY.

Układ transceivera telegraficznego „DOB-80” na pasmo 80m składa się z dwóch bloków - części nadawczej i części odbiorczej.

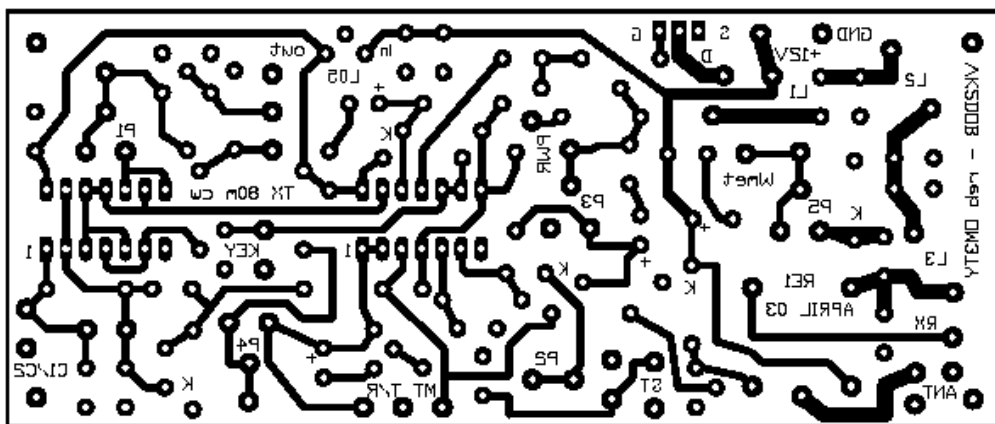
NADAJNIK DOB-80 TX

Na płytce części nadawczej umieszczony został generator pracujący na rezonatorze ceramicznym 3.58 w przedziale 3.500 – 3.580 MHz, stopień sterujący nadajnika, wzmacniacz mocy oraz układ przesuwnika fazy potrzebny do odbiornika (RF phase), układ automatyki przełączania N/O (BK), generator podsłuchu nadawania (sidetone), detektor PWR meter.

Generator został zbudowany na układzie 74HC04 Hex Inverter (sześć bardzo szybkich bramek - inwertery) – moduł U1a, pomiędzy wejście a wyjście inwertera został włączony rezonator ceramiczny 3.58, przestrajanie jest realizowane kondensatorem zmiennym włączonym pomiędzy wejściem bramki a masę. Bramka U1b pełni rolę separatora sygnału po generatorze do dalszych układów. Bramka U1c i U1d wraz z elementami P1, R2, C7, C8 pełni rolę formowania sygnału z generatora przesuniętego w fazie o 90 stopni do demodulatora RX90. Bramka U1e i U1f wraz z elementami R3 i R4 pełni rolę układu formowania sygnału z generatora bez przesunięcia fazowego RX0. Kolejne obwody zostały wykonane na układzie 74HC132 Quad 2-input NAND Schmitt trigger (cztery dwuwejściowe NAND bramki z przerzutnikiem Schmitta). Obwód kluczowania został wykonany na bramce U2a, sidetone na bramce U2c, układ BK na T2, U2d i T3, P4 – którym ustawiamy zwłokę N/O, z wyjścia U2d pobierany jest sygnał do blokowania odbiornika podczas nadawania (Mute RX), możemy też używać dodatkowego przełącznika N/O na obwodzie Foot Swich. Bramka U2b pełni rolę kluczowania sygnału z generatora (CW) i sterowania tranzystorem wzmacniacza mocy nadajnika. Wzmacniacz końcowy nadajnika wykonany jest na tranzystorze IRF510.



Wzmocnienie jest regulowane jest potencjometrem P3, można również zastosować układ przełączania mocy 5/1W (PWR 5W, 1W). Potencjometrem ustawiamy moc maksymalną nadajnika (5W), a rezystor R14 dobieram tak by otrzymać drugi poziom mocy np. 1W. Moc wyjściową można mierzyć dzięki D5 i P5, którym skalujemy wskazania. Antena jest podłączana do płytki nadajnika i przez przekaźnik RE1 przełączana do odbiornika.

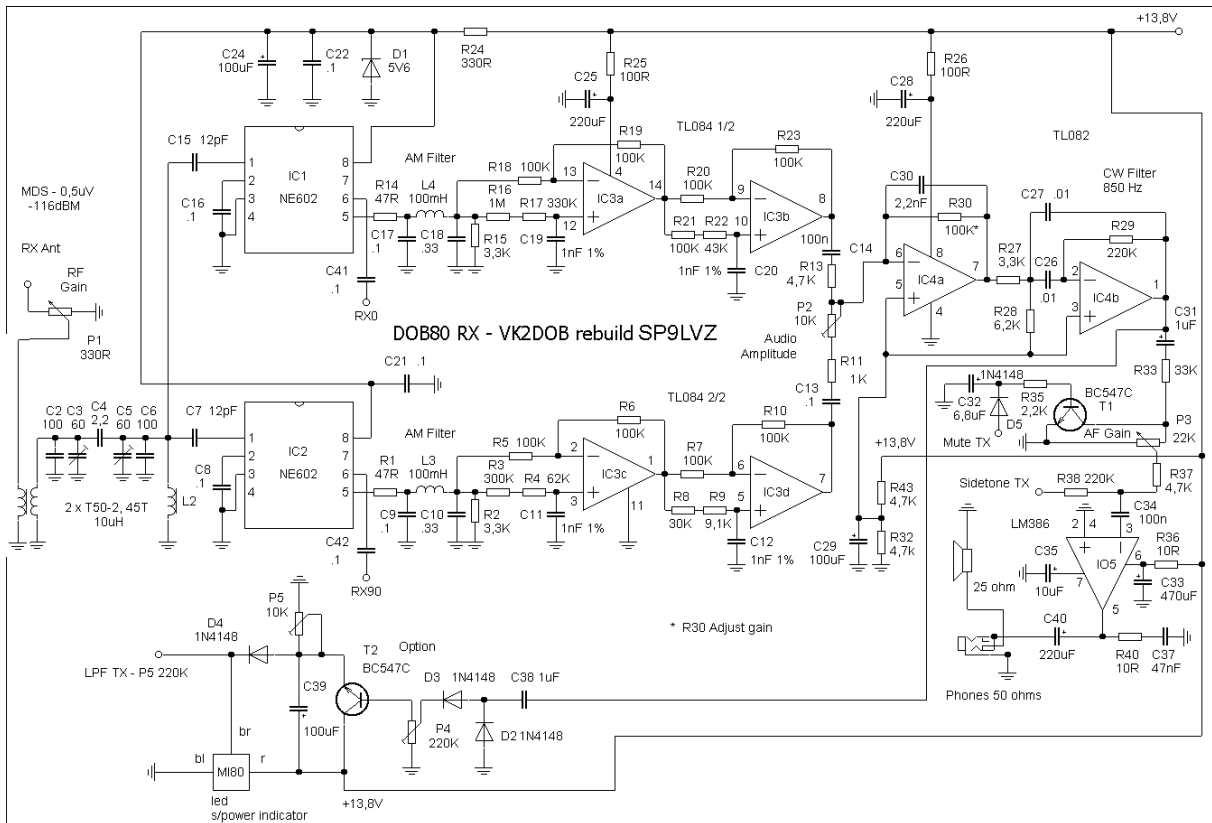


PCB TX DOB-80 ver. OM3TY (laminat na drugiej stronie płytki stanowi masę)

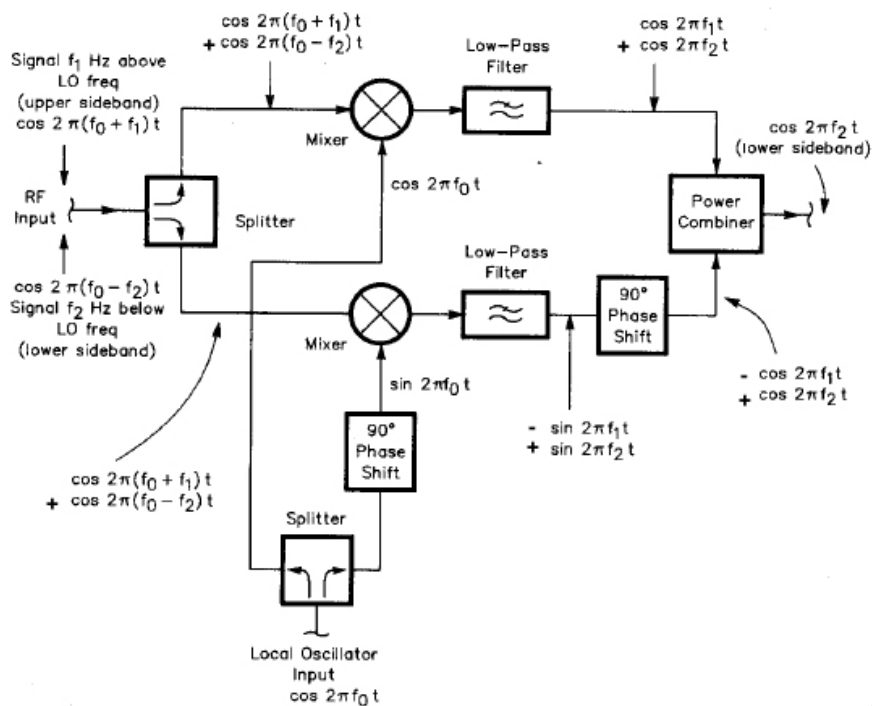
ODBIORNIK DOB-80 RX

Sygnal z anteny przez płytkę nadajnika podawany jest na obwody pasmowe odbiornika L1, L2 a następnie rozdzielany na dwa układy NE602 – mieszacze podwójnie zrównoważone. Układ IC1 otrzymuje sygnał z generatora bez przesunięcia fazowego RX0, natomiast IC2 otrzymuje sygnał z generatora przesunięty w fazie o 90 stopni. Dwa sygnały zdemodulowane przechodzą następnie przez dwa wzmacniacze na układzie TL084 (wzmacniacz operacyjny z J-FET na wejściach). Dwa torów wzmacniacza sygnału małej częstotliwości na TL084 IC3a, IC3b, IC3c, IC3d są jednocześnie przesuwnikami fazy m.c. o 90 stopni pomiędzy kanałami. Następnie sygnał jest sumowany na wejściu wzmacniacza operacyjnego IC4a i dalej przechodzi przez filtr m.c. na IC4b o częstotliwości środkowej

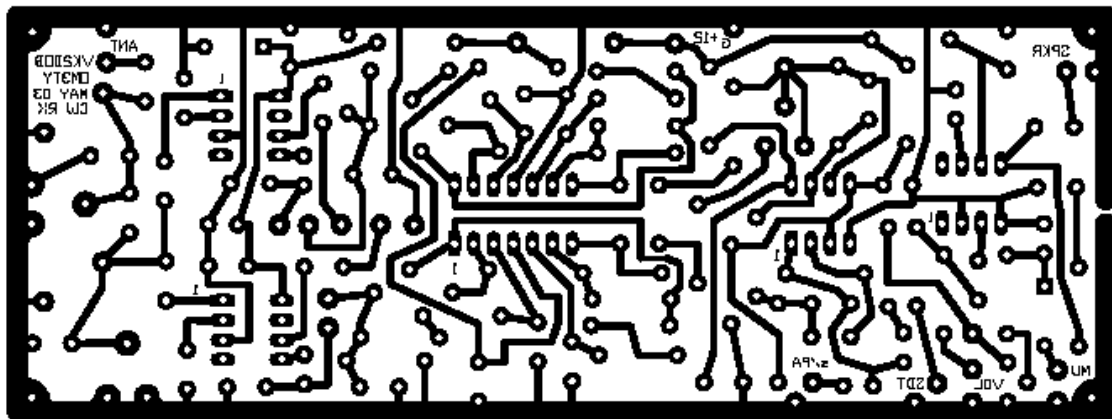
około 800 Hz. Wzmacniacz głośnikowy/słuchawkowy wykonany jest na popularnym układzie LM386.



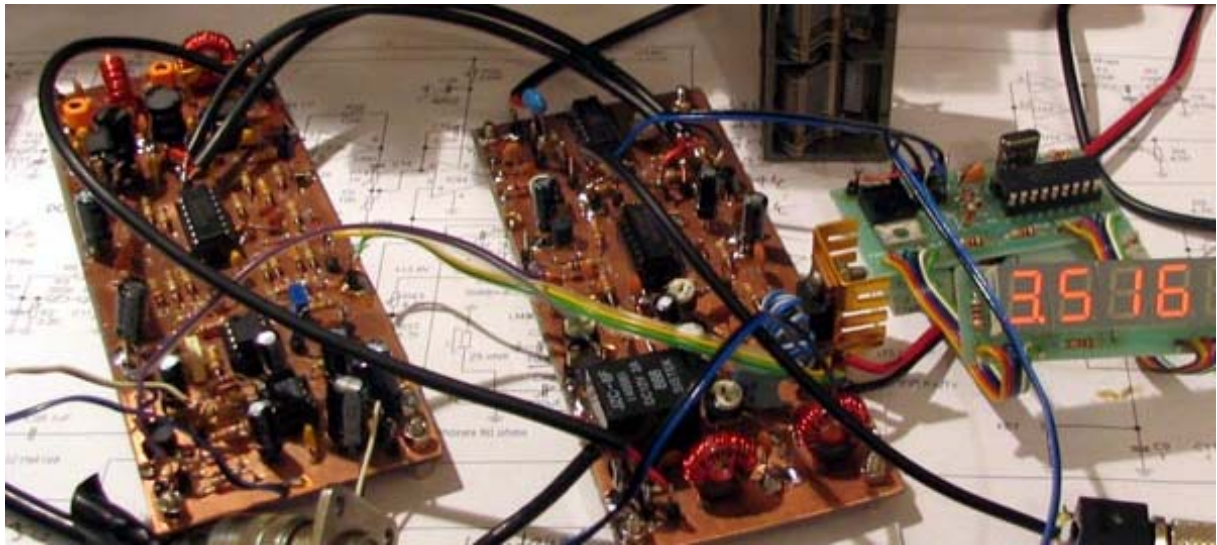
Na uwagę zasługuje sposób pracy odbiornika homodynowo-fazowego i osiągnięte rezultaty. Poniżej został przedstawiony schemat blokowy i opis funkcjonowania odbiornika.



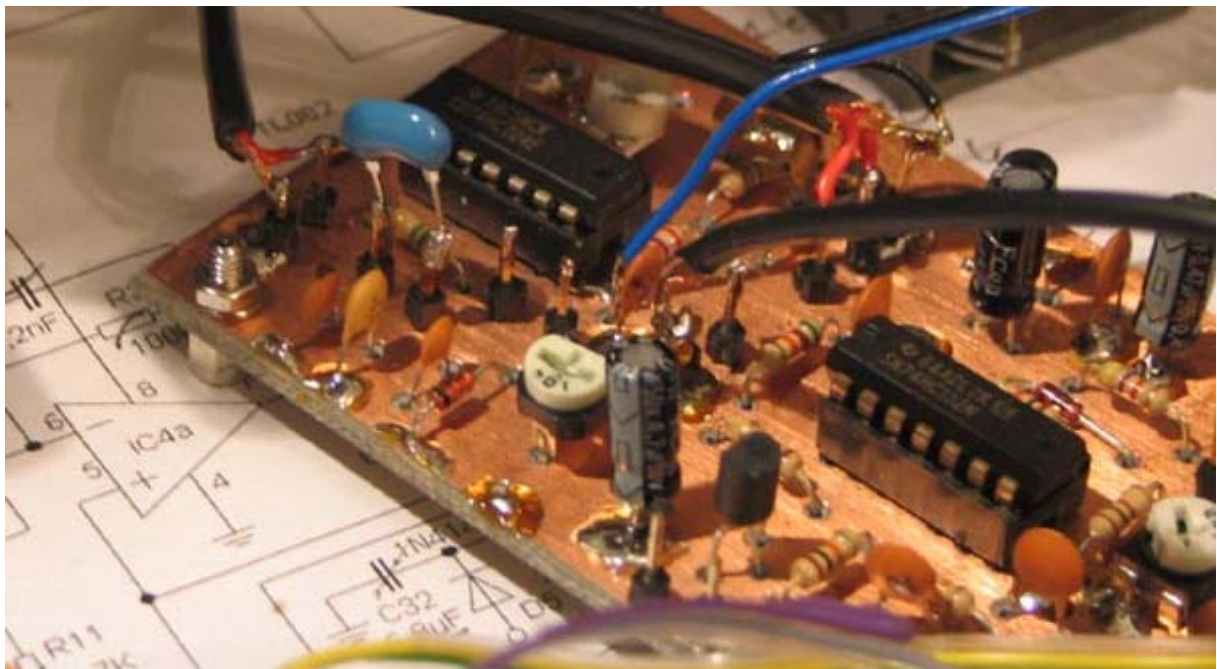
Sygnal z anteny (RF Input) poprzez filtr pasmowy dostaje się do układu rozdzielającego sygnał (splitter) do dwóch mieszaczy na NE602 (mixer). Jeżeli rozważymy odbiór sygnału telegraficznego, którą jest kluczowana fala nośna f_0 , to po w mieszaczu zrównoważonym będziemy uzyskiwać dwa zdemodulowane sygnały audio f_1 i f_2 powyżej i poniżej fali nośnej o częstotliwości zależnej od odstrojenia naszego generatora lokalnego od częstotliwości odbieranego sygnału CW (upper sideband i lower sideband). Sygnały te możemy opisać matematycznie jako $\cos 2\pi(f_0+f_1)t$ i $\cos 2\pi(f_0-f_2)t$. Sygnały te w identycznej postaci $\cos 2\pi(f_0+f_1)t + \cos 2\pi(f_0-f_2)t$ docierają na wejście dwóch mieszaczy. Sygnal z generatora lokalnego (Local Oscillator LO) $\cos 2\pi f_0t$ jest podawany na wejścia LO demodulatorów z przesunięciem fazowym o 90 stopni co możemy zapisać jako $\cos 2\pi f_0t$ (bez przesunięcia fazy) i $\sin 2\pi f_0t$ z przesunięciem o 90 stopni. W związku z tym, że mamy do czynienia z odbiornikiem homodynowym (odbior bez przemiany częstotliwości), przyjmujemy częstotliwość generatora jako oznaczenie f_0 podobnie jak f_0 częstotliwość odbieranego sygnału. Po zdemodulowaniu sygnału telegraficznego otrzymujemy dwa sygnały audio $\cos 2\pi f_1t + \cos 2\pi f_2t$ oraz $\sin 2\pi f_1t + \sin 2\pi f_2t$. Sygnal audio w drugiej gałęzi jest przesuwany o 90 stopni i otrzymujemy $-\cos 2\pi f_1t + \cos 2\pi f_2t$. W tym miejscu następuje sumowanie sygnałów. Sygnal $\cos 2\pi f_1t$ z jednej gałęzi odejmuje się od $\cos 2\pi f_1t$ z drugiej gałęzi (znak przeciwny), natomiast pozostaje tylko sygnał $\cos 2\pi f_2t$, gdyż w obu gałęziach mają one te same znaki. Tym sposobem pozbawiamy się drugiej wstęgi przy odbiorze homodynowo-fazowym. Wielkość tłumienia drugiej wstęgi zależy od dokładności przesuwników fazy (zarówno LO jak i audio) oraz od ustawienia identycznego poziomu amplitudy znoszących się w sumatorze sygnałów $+\cos 2\pi f_1t$. Do regulacji tłumienia w odbiorniku DOB-80 służą elementy P1 (RF phase) i P2 (audio amplitude). Odwrócenie wstęgi, która ma być tłumiona może nastąpić poprzez zamianę miejscami sygnałów LO na mieszacze.



PCB RX DOB-80 ver. OM3TY



Zmontowane płytki RX i TX oraz odczyt częstotliwości wg. SQ2DYL



Rezonator ceramiczny w generatorze 3.500-3.580 MHz



test rx.WMA



test nosna.WMA

Załącznikami do opisu są pliki dźwiękowe z testowych odsłuchów.
VY73! Piotr