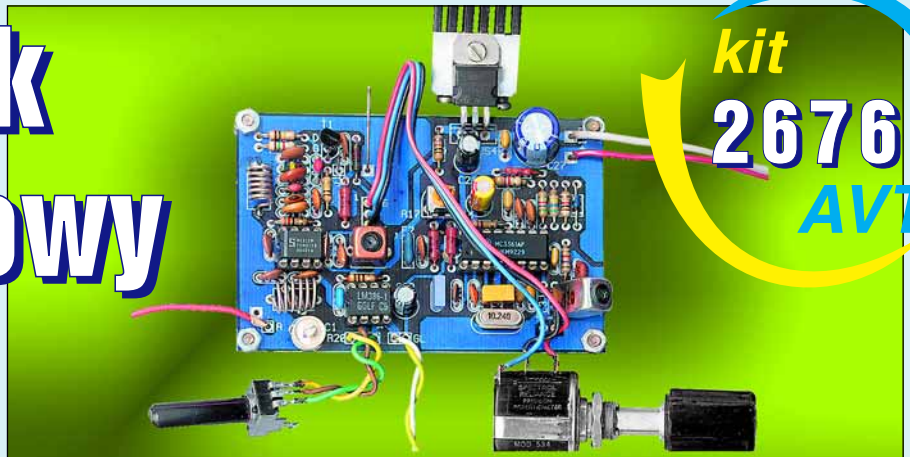




# Odbiornik nasłuchowy FM/2m



## Do czego to służy?

Z napływającą korespondencji oraz z rozmów z Czytelnikami wynika, że budowa odbiorników na pasma amatorskie cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem. Szczególnie poszukiwane są opisy budowy urządzeń na pasmo UKF. Odbiornik na popularne pasmo 2m może umożliwić przysłuchiwanie się łącznościom krótkofalowców, wysłuchanie lokalnych komunikatów OT PZK oraz poznać pracę przez amatorskie przemienniki FM.

Czy można zatem zbudować prosty odbiornik na pasmo 2m z elementów dostępnych na krajowym rynku? Okazuje się, że układy MC3362 czy MC3361, na których były już konstruowane kity AVT, są coraz trudniejsze do zdobycia, ale są za to inne „kości”, dostępne nawet w sprzedaży internetowej.

Poniżej zamieszczamy opis wykonania właśnie takiego odbiornika. Jest on przeznaczony dla tych, którzy nie mają możliwości nabycia urządzenia fabrycznego, np. skanera, ale za to mają chęć własnoręcznie zbudować odbiornik nasłuchowy FM/2m.

Z zamieszczonego band planu pasma 2m (bardzo przydatnego nie tylko dla początkujących nasłuchowców, ale także dla licencjonowanych krótkofalowców) wynika, że w pasmie tym, oprócz modulacji częstotliwości (FM), mogą być stosowane także inne emisje, w tym telegrafia (CW) oraz emisja jednokrotnościowa (SSB).

Czy jest zatem sens budować urządzenie tylko na jedną emisję? Przesłuchując dokładnie pasmo widać, że króluje tutaj właśnie FM. Czasem można napotkać stację pracującą innym rodzajem emisji, ale jest to dość sporadyczne i głównie przy okazji zawodów krótkofalarskich. Najczęściej pracują tutaj krótkofalowcy w lokalnych sieciach oraz poprzez przemienniki UKF FM, służące do zwiększania zasięgu prowadzonych łączności. W tym miejscu przydatne może być przypomnienie kolejnej tablicy z wykazem aktualnie pracujących przemienników FM. Oczywiście komuś może udać się zlokalizować pracę innego przemiennika niż ten w wykazie; będzie to świadczyć o tym, że

wciąż trwają prace nad tym potrzebnym i przydatnym sposobem komunikowania się. W dobie telefonii komórkowej GSM, która - o czym nie wszyscy wiedzą - właśnie „zapożyczyła” sobie zasadę pracy poprzez przemienniki (stacje bazowe), zapal krótkofalowców do wykorzystywania komunikowania się przez amatorskie przemienniki w pasmie 2m jakby nieco zmałał, ale nadal warto posłuchać, kto i o czym tam rozmawia. Jeżeli ktoś z Czytelników będzie chciał potem dołączyć do grona rozmówców - nic nie stoi na przeszkodzie, aby zdać egzamin i uzyskać wymaganą licencję. Jak zdobyć niezbędne wiadomości? Wystarczy np. wziąć udział w Korespondencyjnym Kursie Krótkofalarskim, organizowanym od początku tego roku na łamach miesięcznika Świat Radio.

## Jak to działa?

Schemat blokowy odbiornika jest przedstawiony na **rysunku 1**. Jest to klasyczna superheterodyna z podwójną przemianą częstotliwości, z zastosowaniem popularnych - także w naszym kraju - układów scalonych: NE612, MC3361, LM386.

Kompletny schemat ideowy odbiornika prezentuje **rysunek 2**.

Pierwszy układ scalony NE612 (Philips) to wzmacniacz w.c.z., pierwszy mieszacz i generator (VFO). Nieco bardziej rozbudowany drugi z układów - MC3361 (Motorola)

- zawiera wzmacniacz p.c.z., generator, drugi mieszacz, detektor FM. LM386 to typowy wzmacniacz m.c.z., zaś 7805 - stabilizator scalony 5V.

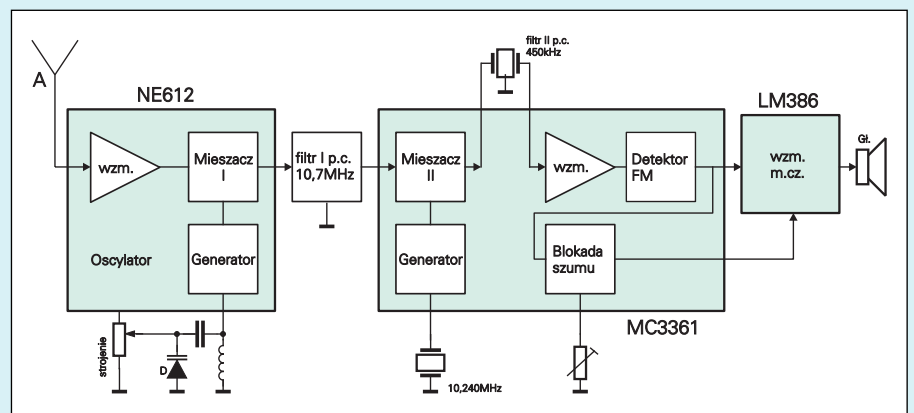
Jedyny tranzystor BF245C stanowi wzmacniacz sygnału generatora dla ewentualnego syntezera czy programowanego miernika częstotliwości. Jako filtry p.c.z. zastosowano typowe elementy piezoceramiczne, a także obwody 7x7.

Jak łatwo zauważyć, sercem odbiornika jest układ pierwszej przemiany częstotliwości w pierwszym układzie scalonym NE612, zawierającym przedwzmacniacz w.c.z., mieszacz i generator.

Układ ten był wielokrotnie stosowany w innych kitach, jednak warto przypomnieć jego właściwości. Przede wszystkim charakteryzuje się niskim współczynnikiem szumów, niskim poborem prądu oraz wysoką częstotliwością pracy. Oto najważniejsze parametry tych układów:

- napięcie zasilania: 4,5...9V (typ. 6V),
- typowy pobór prądu: 2,4mA,
- minimalna częstotliwość pracy: 500MHz,
- minimalna częstotliwość pracy wewnętrznego oscylatora: 200MHz,
- typowe wzmocnienie przemiany: 14dB (przy 50MHz),
- minimalna impedancja wejściowa/wyjściowa: 1,5kΩ/1,5kΩ.

Rys. 1 Schemat blokowy



Z kolei układ MC3361 firmy Motorola jest kompletnym torem pośredniej częstotliwości zawierającym mieszacz, oscylator, wzmacniacz p.cz., detektor FM, układ blokady szumu, przedwzmacniacz m.cz.

Podstawowe parametry układu MC3361

- napięcie zasilania: 2...8V (typ. 4V),
- typowy pobór prądu: 2,8mA,
- maksymalna częstotliwość pracy: 60MHz,
- typowa częstotliwość pracy: 10,7MHz,
- typowa impedancja wyjściowa: 450Ω,
- czułość wejścia: 2,6μV.

Schemat aplikacyjny tego układu scalonego, wyjaśniający jego strukturę wewnętrzną, jest przedstawiony na rysunku 3.

Wróćmy teraz do naszego schematu z rysunku 2.

Na wejściu odbiornika jest włączany pojedynczy filtr L1C1 na pasmo 2m, dopasowany do anteny oraz wejścia NE612 poprzez odczepy na obwodzie cewki. W skład generatora przemiany częstotliwości wchodzi elementy zewnętrzne układu: kondensatory dzielnika pojemnościowego C9, C10, C11, kondensator separujący C12 i oczywiście cewka L2. Częstotliwość pracy generatora wyznacza właśnie indukcyjność tej cewki, pojemność wypadkowa wszystkich wymienionych kondensatorów oraz pojemność diody pojemnościowej D1. Aby uzyskać potrzebny zakres przestrajania VFO 2MHz, wystarczy tutaj dioda BB105 (zielona kropka). Dolnemu zakresowi częstotliwości pracy VFO, czyli 133,3MHz, odpowiada częstotliwość wejściowa 144MHz, zaś górnej wartości VFO, czyli 135,3MHz, druga skrajna wartość częstotliwości, a więc 146MHz.

Dioda pojemnościowa jest sterowana napięciem z zakresu 0,7...5V za pośrednictwem potencjometru dołączonego do punktu „S”

(strojenie). Trzeba przypomnieć, że przy ustawieniu suwaka w dolnym położeniu, dioda pojemnościowa ma największą pojemność i generator wytwarza sygnał odpowiadający początkowi pasma 2m, zaś przy ustawieniu suwaka w górnym położeniu, dioda pojemnościowa ma najmniejszą pojemność i generator wytwarza sygnał odpowiadający końcowi pasma 2m.

Sygnał wyjściowy z mieszacza 10,7MHz (jako częstotliwość pośrednia, będąca różnicą częstotliwości doprowadzonej do wejścia układu NE612 i częstotliwości generatora) jest skierowany za pośrednictwem obwodu F1 bezpośrednio do filtra piezoceramicznego 10,7MHz. Z jego wyjścia odfiltrowany sygnał p.cz. jest następnie podany na wzmacniacz p.cz., który, wraz z detektorem FM, jest zrealizowany na wyżej opisanym układzie MC3361.

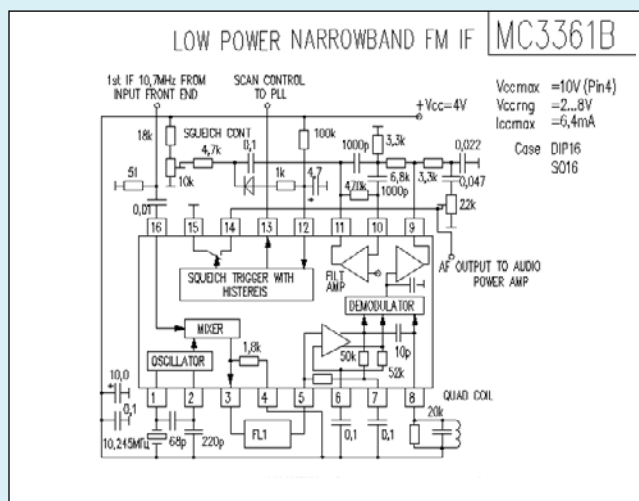
Rezonator kwarcowy F4 wchodzi w skład wewnętrznego generatora 10,24MHz.

Filtr F3 to filtr piezoceramiczny trójkońcówkowy, sprzęgający tor II częstotliwości pośredniej. Decyduje on o szerokości odbieranego pasma i powinien być wybierany pod tym kątem. W egzemplarzu modelowym jest wstawiony pierwszy filtr właśnie na 450kHz. Filtr L3 450kHz wchodzi w skład detektora FM.

Pozostałe zewnętrzne elementy dołączone do końcówek tego układu wchodzi głównie w skład układu eliminacji szumu (SQ).

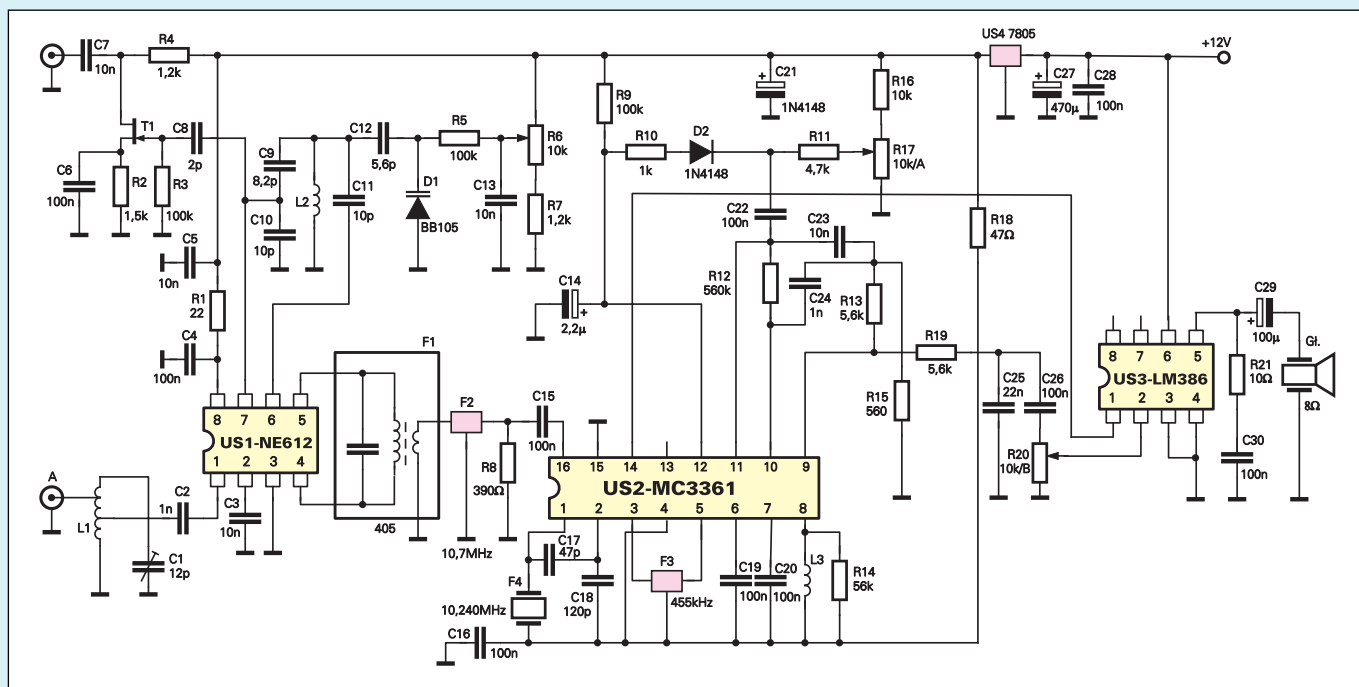
Poziom blokady szumu zależy od ustawienia potencjometru R17.

Nie wdając się w szczegółowe wyjaśnienia zasady pracy tego fragmentu odbiornika, aby nie znudzić niektórych Czytelników, poprzestaniemy na informacji, że na wyjściu układu, a konkretnie na potencjometrze siły głosu, czyli R20, uzyskuje się sygnał małej częstotliwości. Sygnał ten z suwaka potencjometru jest z kolei wzmacniany we wzmacniaczu końcowym z układem scalonym LM386 i skierowany do gniazdka zasilającego głośnik lub słuchawki. Układy te nie wymagają omówienia.



Rys. 3 Schemat aplikacyjny układu MC3361

Rys. 2 Schemat ideowy



## Montaż i uruchomienie

Cały układ odbiornika zmontowano na płycie drukowanej o wymiarach 80x55mm. Rozmieszczenie elementów na płycie pokazano na rysunku 4.

Montaż i uruchomienie odbiornika jest typowe, jak każdego innego odbiornika FM na pasmo 2m.

Uruchomienie układu nie powinno nastęczać problemów przy starannym montażu oraz użyciu sprawdzonych i sprawnych elementów. Nawet przy wykorzystaniu wzorów czy nomogramów zamieszczonych w poprzednich numerach EdW niezbędnym przyrządem jest jednak częstościomierz lub GDO, dzięki którym można będzie szybko zestroić obwód generatora oraz obwód wejściowy. W razie ich braku zestrojenie będzie wymagało więcej cierpliwości i pracy; do strojenia można wówczas wykorzystać sygnał silnej stacji lokalnej pracującej w interesującym nas paśmie (np. lokalny przemiennik).

Choć dane nawojowe cewek L1 i L2 są podane w spisie elementów, to jednak w praktyce ich odwzorowanie jest dość krytyczne. Zmiana ich geometrii powoduje przesłajanie odbiornika w innym zakresie niż pasmo amatorskie.

Jest to także zaletą, bowiem można dostrój się do pasma satelitarnego czy profesjonalnego, gdzie pracują inne służby.

Dostrojenie do pasma 2m jest możliwe tylko metodą prób i błędów poprzez rozciąganie czy ściskanie zwojów nawiniętych na średnicy wiertła.

W przypadku trudności z nabyciem filtra F1-405, można użyć innego filtra p.cz. 10,7MHz, np. typu 216, ale trzeba w miejsce Cx wstawić kondensator rzędu 100pF (405 już ma wewnątrz potrzebny do rezonansu kondensator). Zamiast obwodu L3 można spróbować użyć połowki filtra trójkońcówkowego 450kHz. W urządzeniu modelowym użyto cewki L3 w postaci filtra p.cz. 7x7 455kHz typu 120 (filtr ten wymaga głębszego wkręcenia rdzenia). Może zająć konieczność doboru wartości rezystora R14, który służy do zmniejszenia dobroci obwodu rezonansowego, a tym samym linearyzacji i zmniejszenia stromości charakterystyki demodulatora FM.

W przypadku braku obwodu 120 problem może stanowić znalezienie takiego innego filtra, którego wyprowadzenia uzwojenia wtórnego byłyby zgodne z zaprojektowanym drukiem.

Na początek strojenia obwód można pominać, podłączając sygnał z anteny na wejście układu scalonego US1 przez kondensator C2. Należy się przy tym liczyć z odbiorem stacji na częstotliwościach lustrzanych.

Częścią układu najbardziej wrażliwą na zmiany pojemności i indukcyjności jest generator. Sprawdzenie pracy generatora jest

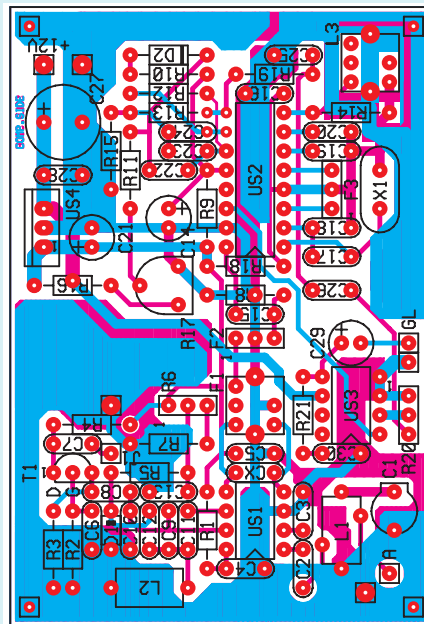
bardzo proste, bowiem wystarczy do punktu VFO podłączyć miernik częstotliwości i skontrolować częstotliwość wyjściową w dwóch skrajnych położeniach potencjometru dziesięcioobrotowego dołączonego do punktu S. Jeżeli stwierdzimy przesunięcie częstotliwości do dołu (wartość poniżej 133MHz przy skręconym suwaku do masy) - należy rozciągnąć cewkę lub zmniejszyć pojemność. Jeżeli sytuacja będzie odwrotna (zakres pracy VFO zaczyna się powyżej 135MHz) - należy ścisnąć zwoje lub zwiększyć wartość pojemności.

W końcowym etapie, mając do dyspozycji generator sygnałowy, można podregulować czułość odbiornika, czyli skorygować ustawienia C1 oraz rdzeni w filtrach na największy sygnał wyjściowy w całym zakresie pasma. Jeżeli stwierdzimy niewystarczające

wzmocnienie stopnia końcowego m.cz., warto wiedzieć, że istnieje jeszcze możliwość jego zwiększenia poprzez zwarcie wyprowadzeń 1 i 8 układu LM386 za pośrednictwem kondensatora elektrolitycznego 1...10µF.

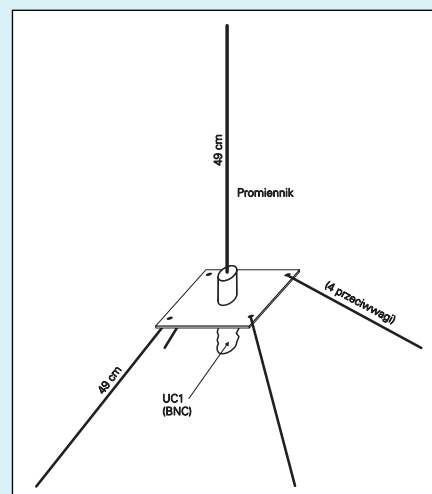
Wadą odbiornika jest stosunkowo duży pobór prądu, powodujący grzanie się stabilizatora, a przez to konieczność zastosowania radiatora.

Ciąg dalszy na stronie 49.



Rys. 4 Schemat montażowy

Rys. 5 Przykładowy sposób wykonania anteny 2m



## Wykaz elementów

### Rezystory

R1	.....	.22Ω
R2	.....	.15kΩ
R3, R5, R9	.....	.100kΩ
R4, R7	.....	.1,2kΩ
R6	.....	10kΩ/A (dziesięcioobrotowy)
R8	.....	.390Ω
R10	.....	.1kΩ
R11	.....	.4,7kΩ
R12	.....	.560kΩ
R13, R19	.....	.5,6kΩ
R14	.....	.56kΩ
R15	.....	.560Ω
R16	.....	.10kΩ
R17	.....	.10kΩ/A
R18	.....	.47Ω
R20	.....	.10kΩ/B
R21	.....	.10Ω

### Kondensatory

C1	.....	.15pF
C2, C23, C24	.....	.1nF
C3, C5, C7, C13	.....	.10nF
C4, C6, C15, C16, C19, C20, C22, C26, C28, C30	.....	100nF
C8	.....	.2pF
C9	.....	8,2pF
C10, C11	.....	.10pF
C12	.....	.5,6pF
C14	.....	.2,2µF/16V
C17	.....	.47pF
C18	.....	.120pF
C21, C29	.....	.100µF/16V
C25	.....	.22nF
C27	.....	.470µF/16V

### Półprzewodniki

T1	.....	.BF245C
US1	.....	.NE602 (NE602)
US2	.....	.MC3361
US3	.....	.LM386
US4	.....	.7805
D1	.....	.BB909 (BB105)
D2	.....	.1N4148

### Pozostałe

F1	.....	.216 (405)
F2	.....	.10,7MHz (piezoceramiczny trójkońcówkowy)
F3	.....	.450kHz (piezoceramiczny trójkońcówkowy)
F4	.....	.10,240MHz (rezonator kwarcowy)
L1	.....	.6 zwojów CuAg1 na średnicy 6mm
L2	.....	.4 zwoje CuAg1 na średnicy 4mm
L3	.....	.120 (6x6) lub dobrany dławik
GL	.....	.8Ω/0,5W

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2676.