

Uniwersalny odbiornik FM na pasma VHF/UHF

kit AVT-343

Konstrukcja tego odbiornika jest niezwykle prosta, a to dzięki zastosowaniu nowoczesnych układów scalonych. Uniwersalna konstrukcja urządzenia pozwala w prosty sposób dostosować jego parametry do wymagań użytkownika.

Nowoczesne układy scalone coraz łatwiej są dostępne w kraju i skłaniają do wykorzystywania ich również w torach wejściowych odbiorników VHF/UHF. Przy wyborze układu zastosowanego w prezentowanym projekcie starano się, aby mógł on pracować także w bardzo wysokich zakresach częstotliwości, przez co można go będzie stosować zarówno w odbiornikach na pasma CB, jak i 2m/70cm.

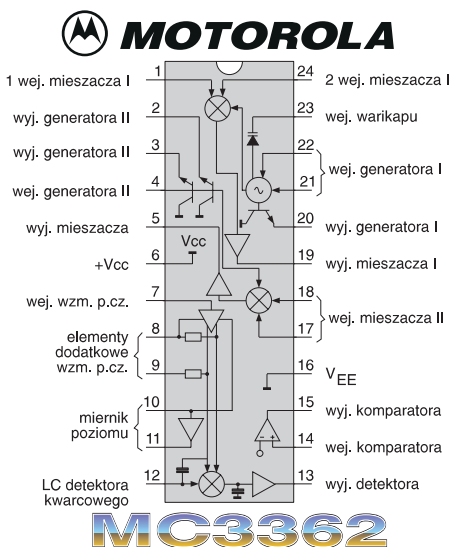
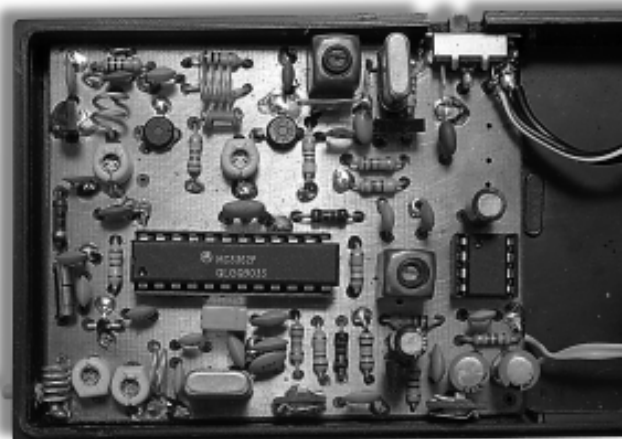
Poniżej zamieszczamy opis wykonania odbiornika nasłuchowego z wykorzystaniem scalonego, wąskopasmowego odbiornika FM produkcji firmy Motorola, który nosi oznaczenie MC3362. Jest to układ podwójnej przemiany, zintegrowany z oscylatorami, mieszaczami i dyskryminatorem kwadraturowym. Ma wbudowaną blokadę szumów, dwa bufory wyjść oscylatorów lokalnych oraz układ komparatora dla detekcji FSK. Układ charakteryzuje się niskim poborem prądu (rzędu 5mA), przy niskich napięciach zasilania (2..6V) oraz dobrą czułością (0,7 μ V) i dużym tłumieniem częstotliwości lustrzanych w wąskopasmowych zastosowaniach akustycznych i przesyłania danych. Schemat blokowy wnętrza tego układu przedstawiono na rys.1.

Układ modelowy był testowany z generatorem kwarcowym na zakresie ok. 342MHz, ale istnieje możliwość przystosowania układu do pracy nawet bez oscylatora kwarcowego do dowolnie wybranej częstotliwości 27..440MHz.

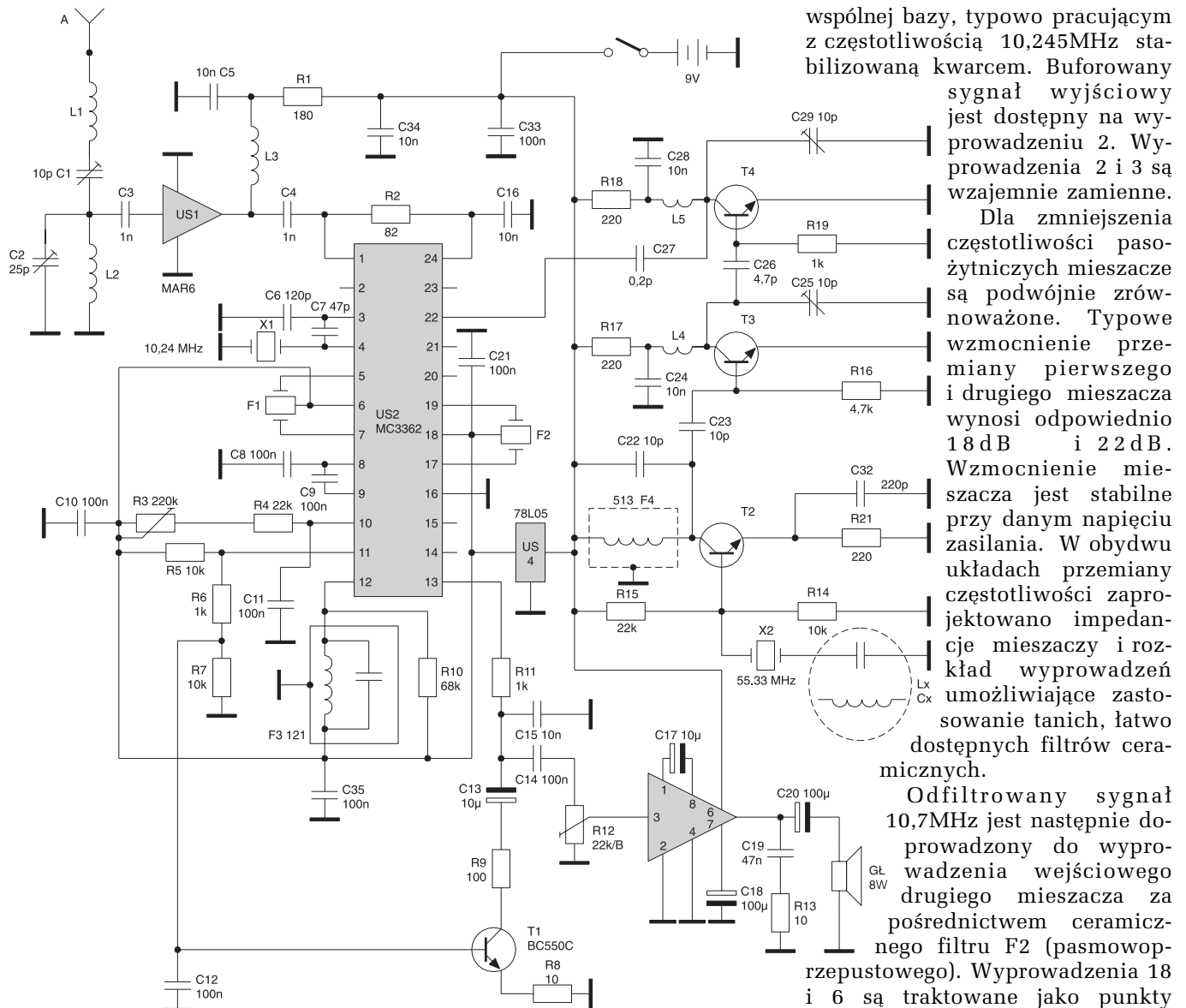
Kompletny schemat elektryczny odbiornika przedstawiono na rys.2. Sygnał z anteny, po przejściu przez zespół filtrów wejściowych

L1C1/L2C2 (obwód szeregowy/równoległy) zestrojonych na częstotliwość ok. 342MHz, jest następnie wzmacniany w układzie MAR6. Użycie gotowego wzmacniacza w.cz. typu MAR, a nie popularnego tranzystora MOSFET (przy tym dużo tańszego), wynikało z chęci uproszczenia układu do minimum. Układy MAR są bipolarnymi monolitycznymi układami scalonymi zawierającymi dwa tranzystory w układzie Darlingtona. Są już wewnętrznie dopasowane do obciążenia 50 Ω (bardzo ważne), a przy tym nie potrzebują zewnętrznych rezystorów polaryzacji elektrod. Maksymalna częstotliwość pracy MAR6 jest około 2GHz, a jego wzmocnienie sięga około 19dB. Maksymalne napięcie zasilania dla MAR6 wynosi katalogowo 3,5V i z tego względu rezystor R1, przy innych układach MAR oraz innych wartościach napięcia zasilania, należy dobrać. Wzmocniony sygnał w.cz. jest następnie podany na właściwy tor odbiornika Motoroli. Pierwszy układ przemiany częstotliwości tworzy oscylator lokalny (wypr. 21, 22) oraz mieszacz.

Pierwszy mieszacz MC3362 wzmacnia i dokonuje przemiany sygnału wejściowego na 10,7MHz (wypr. 19). Sygnał pośredniej częstotliwości jest filtrowany na zewnątrz i doprowadzony do drugiego mieszacza (wypr. 17), ponownie wzmocniony i przemie-



Rys. 1. Schemat blokowy wewnętrzna układu MC3362.



Rys. 2. Schemat elektryczny odbiornika.

niony na sygnał drugiej pośredniej 455kHz (wypr. 5). W torze drugiej przemiany jest wykorzystany drugi oscylator kwarcowy (wypr. 3, 4). Po odfiltrowaniu przez zewnętrzny filtr pasmowoprzepustowy, niska częstotliwość pośrednia jest doprowadzona do wzmacniacza ograniczającego (wypr. 7) i układów detektora. Sygnał fonii jest odtwarzany przez konwencjonalny detektor kwadraturowy (wypr. 11, 12). Dwukrotne odfiltrowanie pośredniej dokonuje się we wnętrzu układu.

Poziomy sygnał wejściowy jest kontrolowany przez układysterowania miernika, wykrywający stopień ograniczania przez wzmacniacz ograniczający. Napięcie na wyprowadzeniuysterowania miernika określa poziom na

wyjściu detektora nośnej (którego stan aktywny jest niski).

Wróćmy jeszcze do jednego z ważniejszych bloków decydujących o wartości częstotliwości odbioru czyli do oscylatorów. Warto wiedzieć, że pierwszy oscylator lokalny może działać tylko z zewnętrznym rezonansowym obwodem LC, jako oscylator sterowany napięciem (VCO) w pętli fazowej syntezy częstotliwości i może pracować do 190MHz. Warto również pamiętać, że oscylator lokalny sterowany z silnego źródła zewnętrznego ($100\text{mV}_{\text{rms}}$) może poprawnie pracować nawet do 450MHz.

Buforowany sygnał wyjściowy jest wyprowadzony na końcówce 20. Drugi oscylator lokalny jest generatorem Colpittsa w układzie

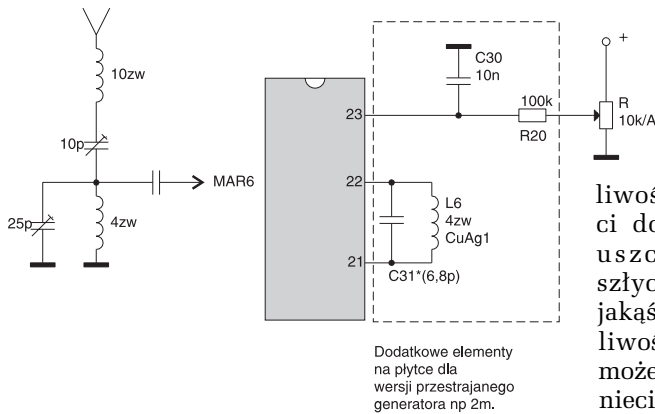
wspólnej bazy, typowo pracującym z częstotliwością 10,245MHz stabilizowaną kwarcem. Buforowany sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 2. Wyprowadzenia 2 i 3 są wzajemnie zamienne.

Dla zmniejszenia częstotliwości pasywnych mieszacz są podwójnie zrównoważone. Typowe wzmocnienie przemiany pierwszego i drugiego mieszacza wynosi odpowiednio 18 dB i 22 dB. Wzmocnienie mieszacza jest stabilne przy danym napięciu zasilania. W obydwu układach przemiany częstotliwości zaprojektowano impedancje mieszaczy i rozkład wyprowadzeń umożliwiające zastosowanie tanich, łatwo dostępnych filtrów ceramicznych.

Odfiltrowany sygnał 10,7MHz jest następnie doprowadzony do wyprowadzenia wejściowego drugiego mieszacza za pośrednictwem ceramicznego filtra F2 (pasmowoprzepustowego). Wyprowadzenia 18 i 6 są traktowane jako punkty wspólne sygnałów sterowanych.

Sygnał pośredniej 455kHz jest również filtrowany przy pomocy typowego ceramicznego filtra pasmowoprzepustowego F1 i doprowadzony do wyprowadzenia wejściowego wzmacniacza ograniczającego. Czułość wzmacniacza dla ograniczania -3dB, jest równa $10\mu\text{V}$, a charakterystyka płaska do 1,0MHz.

Sygnał wyjściowy ogranicznika jest wewnętrznie połączony z detektorem kwadraturowym, zawierającym kondensator kwadraturowy. Zewnętrzny układ rezonansowy LC jest włączony pomiędzy wyprowadzenia 12 i zasilanie. Bocznikujący rezystor 68k określa separację szczytów detektora kwadraturowego (mniejsza wartość zwiększy odstęp i liniowość, ale zmniejszy czułość odtwarzania sygnału fonii).



Rys. 3. Możliwości rozbudowy układu odbiornika.

Obwód kształtowania danych cyfrowych może być dołączony do wyprowadzenia 13 wyjścia fonii. Jest nim komparator przeznaczony do wykrywania przejść przez zero modulacji FSK. Szybkość transmisji danych jest ograniczona do 1200 bodów dla zapewnienia poprawności danych i ograniczenia przesłuchów z sąsiednich kanałów. Możliwe jest wprowadzenie histerazy poprzez włączenie dużej rezystancji pomiędzy wyprowadzenia 14 i 15. Wartości mniejsze niż 120kΩ nie są zalecane, ponieważ sygnał wejściowy nie mógłby przekroczyć progów histerazy.

Obwód sterowania miernika określa poziom sygnału wejściowego na podstawie pomiaru stopnia wzmacniacza ograniczającego. Prąd sterowania miernika może być wykorzystany bezpośrednio do sterowania zewnętrznego wskaźnika lub do przełączania układu detektora poziomu nośnej (przy określonym poziomie wejściowym).

Histerazę detektora wprowadzono poprzez włączenie pomiędzy wyprowadzenia 10 i 11 regulowanej rezystancji. Tranzystor T1 pracuje jako klucz w układzie blokady szumów. Przy braku nośnej na wyprowadzeniu 11 następuje wzrost napięcia, które z kolei poprzez dzielnik rezystorowy powoduje nasycenie złącza tranzystora i w konsekwencji dołączenie kondensatora C13 do masy, który blokuje uciążliwy szum na wejściu wzmacniacza m.cz. Sygnał m.cz. z potencjometru siły głosu jest skierowany na konwencjonalny wzmacniacz z układem LM386.

W rozwiązaniu modelowym zastosowano dość rozbudowany układ generatora. Autorowi cho-

dziło głównie o uzyskanie dobrej stabilności częstotliwości (odbiór na konkretnie ustalonej częstotliwości bez konieczności dostrajania). Aby nie uszczęśliwiać przyszłych nabywców kitów jakąś ustaloną częstotliwością odbioru (która może okazać się akurat nieciekawą), w zestawie elementów proponowanego kitu nie znajdują się elementy generatora kwarcowego. Zestaw jest wersją uboższą, ograniczoną tylko do pasma 2m (lub niższego), gdzie wystarczy tylko cewka L6 strojona za pośrednictwem potencjometru R (warikap jest wewnątrz układu scalonego).

Płytką drukowaną odbiornika została zaprojektowana w taki sposób, że uwzględnia możliwość zastosowania cewki w obwodzie oscylatora (rys.3), jak i całego toru generatora z powielaczami (zgodnie ze schematem z rys.1).

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej pokazano na rys. 4. Jako obudowę urządzenia modelowego wykorzystano typową obudowę plastikową przystosowaną do zasilania z baterii 9V (6F22), choć wskazane byłoby zastosować, ze względów na właściwości ekranujące i przeciwwagę anteny, obudowę metalową. Czytelnicy oczywiście mogą zastosować obudowę dużo większą niż płytka drukowana i zamontować na jej przedniej ścianie 3 pokrętła:

- regulacja siły głosu: R12 (22k..47kΩ/B);
- regulacja blokady szumów: R3 (220kΩ/A);
- płynne strojenie częstotliwości: R (10k..100kΩ/A).

W układzie modelowym (R3, R12 - potencjometry montażowe ustawione jednorazowo), zestrojonym na jedną częstotliwość ok. 342MHz cewki wejściowe miały następujące parametry konstrukcyjne:

- L1: 4 zwoje CuAg 0,5 na średnicy 3mm
- L2: 2 zwoje CuAg 1 na średnicy 5mm
- L3: 20 zwojów DNE 0,3 na średnicy 3mm

W układzie generatora rezona-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 180Ω
- R2: 82Ω
- R3: 220kΩ PR
- R4: 22kΩ
- R5, R7: 10kΩ
- R6, R11: 1kΩ
- R8, R13: 10Ω
- R9: 100Ω
- R10: 68kΩ
- R12: 22kΩ PR
- R14*: 10kΩ
- R15*: 22kΩ
- R16*: 4,7kΩ
- R17*, R18*: 220Ω
- R19*: 1kΩ
- R20: 100kΩ
- R21*: 220Ω

Kondensatory

- C1: 10pF (trymer)
- C2: 25pF (trymer)
- C3, C4: 1nF
- C5, C15, C16, C30, C34: 10nF
- C6: 120pF
- C7: 47pF
- C8, C9, C10, C11, C12, C14, C21, C33, C35: 100nF
- C13, C17: 10μF/16V
- C18, C20: 100μF/16V
- C19: 47nF
- C22*, C23*: 10pF
- C24*, C28*: 10nF
- C25*, C29*: 10pF (trymer)
- C26*: 4,7pF
- C27*: 0,2pF
- C31: 6,8pF
- C32*: 220pF
- CX*: element dobierany

Półprzewodniki

- T1: BC550C
- T2*: BF194
- T3*, T4*: BFR90
- US1: MAR6
- US2: MC3362
- US3: LM368
- US4: 78L05

Różne

- F1: SFZ455
- F2: SFE10,7
- F3: 121 (7x7)
- F4*: 513 (7x7)
- X1: 10,24MHz
- X2*: 55,33MHz
- Gł: Głośnik dynamiczny 8Ω/0,2W
- L1*, L2*, L3*, L4*, L5*, L6*: patrz tekst

Uwaga: gwiazdką oznaczono elementy nie występujące w kicie

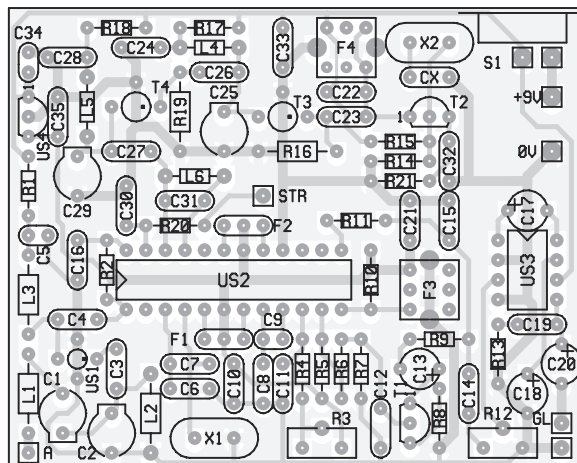
tor kwarcowy X2 miał częstotliwość 55,333MHz. Filtr F4, typowy filtr 7x7 o symbolu 513, został również zestrojony na częstotliwość 53,3MHz. Kolejne obwody rezonansowe w torze powielaczy (3x2) miały następujące wartości:

- L4 (166MHz): 4 zwoje CuAg
1 na średnicy 5mm
- L5 (342MHz): 2 zwoje CuAg
1 na średnicy 5mm

W przypadku pasma 2m należy zrezygnować z ostatniego powielacza z tranzystorem T4, a przy CB można pozostawić tylko sam generator na tranzystorze T2. Uruchomienie układu nie jest trudne i ogranicza się do zestrojenia obwodów wejściowych na najsilniej-

szy sygnał w.cz. Oczywiście, wcześniej dobrze jest skontrolować częstotliwości sygnałów generatorów, od których zależy pasmo odbieranego sygnału wejściowego. Po zestrojeniu odbiornika, za pośrednictwem generatora FM, do jego wejścia należy podłączyć antenę L/4, np. odcinek drutu, i jeszcze raz skorygować zestrojenie obwodów wejściowych na najsilniejszy odbiór.

Andrzej Janeczek, AVT SP5AHT



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.