

Nadajnik FM/2m

Mininadajniki FM to urządzenia nadawcze małej mocy, które w połączeniu z odbiornikami FM o odpowiedniej częstotliwości pracy mogą zapewnić łączność na niewielkie odległości.

Do tej pory opisywaliśmy układy proste z wykorzystaniem np. jednego czy dwóch tranzystorów. Poniżej proponujemy inną wersję, bardziej profesjonalną z wykorzystaniem stabilizacji częstotliwości rezonatorem kwarcowym oraz użyciem specjalizowanego układu scalonego.

Warto zaznaczyć, że urządzenia takie zwane też „mikroszpiegami”, wykorzystywane przez młodzież do różnych celów m.in. próbnych czy dydaktycznych, powinny mieć moc nie przekraczającą 20mW, a i ich stosowanie nie powinno zakłócać pracy innych urządzeń, w tym odbiorników RTV oraz innej łączności radiotelefonicznej.

Mininadajniki w zakresach amatorskich (choć małej mocy) powinny być wykorzystywane przez osoby, które uzyskały odpowiednie zezwolenie radioamatorskie (licencję) wydawaną przez Państwową Agencję Radiokomunikacyjną.

Poprawnie zestrojony poniżej opisany mininadajnik może być z powodzeniem używany przez licencjonowanych radioamatorów do prowadzenia łączności QRP FM czy Packet Radio do pracy z kolegą mieszkającym np. na sąsiedniej ulicy bądź na dalsze odległości z wykorzysta-

niem przemienników FM/2m (dla tych szczęśliwców którzy mieszkają w pobliżu takiego przemiennika) lub zastosowaniu dodatkowego wzmacniacza mocy.

Opis układu

W opisywanym układzie wykorzystano dostępny w kraju układ scalony MC2833 produkowany przez firmę MOTOROLA, który jest kompletnym wąskopasmowym nadajnikiem FM stosowanym między innymi w radiotelefonach czy bezprzewodowych telefonach.

Układy takie zastępują kilka tranzystorów bądź układów scalonych (rysunek 1) bowiem w ich skład struktury wewnętrznej wchodzi:

- wzmacniacz mikrofonowy o wzmacnieniu napięciowym około 30dB z ogranicznikiem amplitudy niezbęd-

nym do zapewnienia stałej dewiacji częstotliwości (we-5, wy-4)

- modulator reaktancyjny (we-3, wy-1) o współczynniku przemiany około 10Hz/mV DC zasilany poprzez źródło napięcia odniesienia
- szerokopasmowy generator o częstotliwości uzależnionej od wartości zewnętrznych elementów podłączonych do wyprowadzeń 1, 15, 16
- separator na wyjściu generatora (wy-14)
- dwa pojedyncze tranzystory: Q1 (B-8, E-7, C-9), Q2 (B-13, E-12, C-11) o maksymalnej częstotliwości pracy około 500MHz

Pełen wykaz parametrów MC2833 jest zamieszczony w katalogu USKA 6/95 wyd. AVT.

Schemat ideowy kompletnego nadajnika FM na pasmo 2m i mocy około 50mW, wykonanego z zastosowaniem omówionego układu scalonego oraz dodatkowo jednego tranzystora przedstawiono na rysunku 2. Jest to aplikacja firmowa przystosowana do dostępnych obwodów rezonansowych oraz rozszerzona o dodatkowy stopień wzmacniacza.

Sygnal m.cz. z mikrofonu dynamicznego (czy komputera w przypadku Packet Radio) poprzez dwójnik R3 C5 jest podany na wejście wzmacniacza mikrofonowego.

Dodatkowe rezystory R7 bądź R6 są przewidziane w przypadku podłączenia mikrofonu elektretowego.

Podstawowe parametry mininadajnika FM:

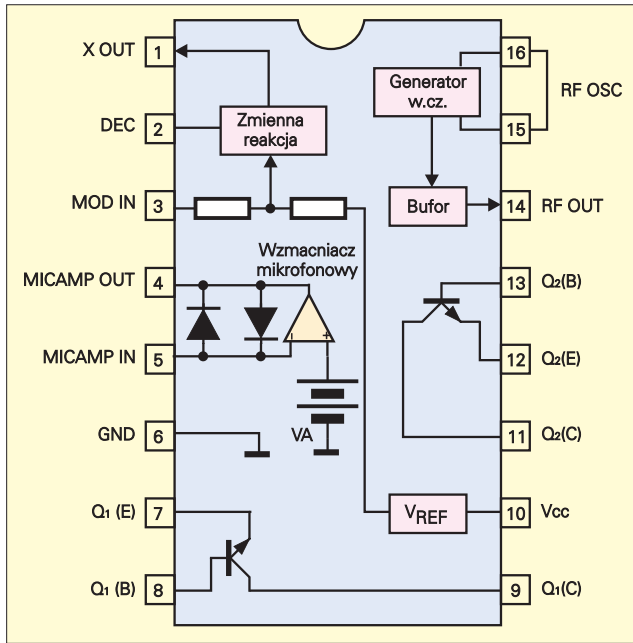
- częstotliwości pracy: 144,650MHz
- dewiacja częstotliwości: 3kHz (max. 10kHz)
- moc wyjściowa: 50mW
- napięcie zasilania: 9V (max. 10V)
- wymiary płytki drukowanej: 85x50mm
- mikrofon: dowolny dynamicznym lub elektretowy
- antena: dowolna na pasmo 2m

Projekty AVT

Potencjometr montażowy P1 służy do ustawienia potrzebnej wartości wzmacnienia (wymaganej dewiacji około 3kHz).

Wzmocniony sygnał m.cz. oraz ograniczony do wartości stałej około 30mV (niezależnie od wzrostu sygnału wejściowego) jest skierowany na modulator reaktancyjny zapewniający modulację częstotliwości generatora. W pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego generatora jest włączony rezonator kwarcowy X1. Ponieważ z założenia urządzenie modelowe miało być wykorzystywane w pasmie 2m a konkretnie 144,65MHz – zastosowano rezonator, który po 12-krotnym powieleniu daje wymaganą częstotliwość wyjściową czyli 12,054MHz (36,162MHz). Dla przykładu, dla częstotliwości 145,5MHz (kanał mobil) będzie to rezonator o częstotliwości 12,125MHz lub 36,375MHz. Korekcję częstotliwości w górę można przeprowadzić za pośrednictwem trymera C (5-40pF) włączonego w szereg z rezonatorem kwarcowym. Po zastosowaniu w to miejsce cewki L1 o dobranej indukcyjności można również w niewielkich granicach (około 2kHz) obniżyć częstotliwość pracy.

Wyjściowy sygnał FM, po odfiltrowaniu w obwodzie L2-C15 zestrojonym na 3 harmoniczną, czyli na około 36MHz, jest skierowany na podwajacz częstotliwości z tranzystorem Q2. W obwodzie



Rys. 1.

kołektora tego tranzystora włączony jest obwód rezonansowy L3-C14, zestrojony na około 72MHz. Tranzystor Q1 pełni funkcję kolejnego podwajacza częstotliwości, czyli układu pracującego na częstotliwości wyjściowej około 145MHz. Z filtru wyjściowego L4-C18-C19 (145MHz) jest sterowany pojedynczy stopień mocy z tranzystorem T1. W obwodzie kolektorowym tego stopnia znajduje się obwód rezonansowy L5-C22 zestrojony na częstotliwość wyjściową mininadajnika. Trymer C2 stanowi najprostsz element dopasowujący wyjście układu do anteny.

Montaż i uruchomienie

Cały układ nadajnika zmontowano na płytce drukowanej przedstawionej we wkładce. Jako cewki L2...L4 wykorzystano filtry 12x12mm typu K30 po odpowiednim przewinięciu. Można wykorzystać inne posiadane obwody 12x12 po zdjęciu kubka i odwinięciu istniejących uzwojeń.

W zestawie AVT-2230 znajdują się takie filtry, jednak przed wlutowaniem należy je przewinać zgodnie z opisem poniżej.

Orientacyjne dane nawojowe przy przewijaniu filtrów wynoszą:

L2 (0,22μH) – 7 zwojów drutu DNE 0,3

L3 (0,15μH) – 5 zwojów drutu DNE 0,4

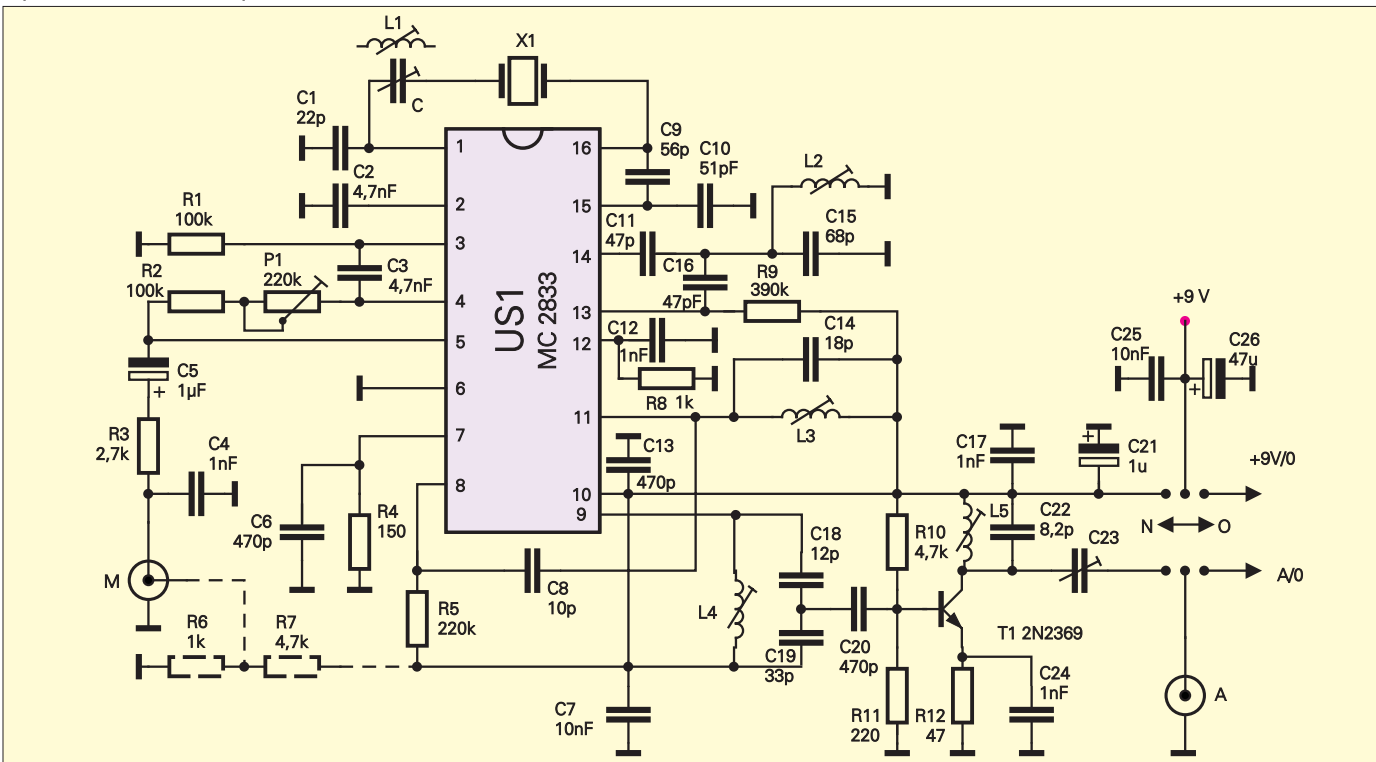
L4, L5 (0,1μH) – 10 zwojów drutu DNE 0,2

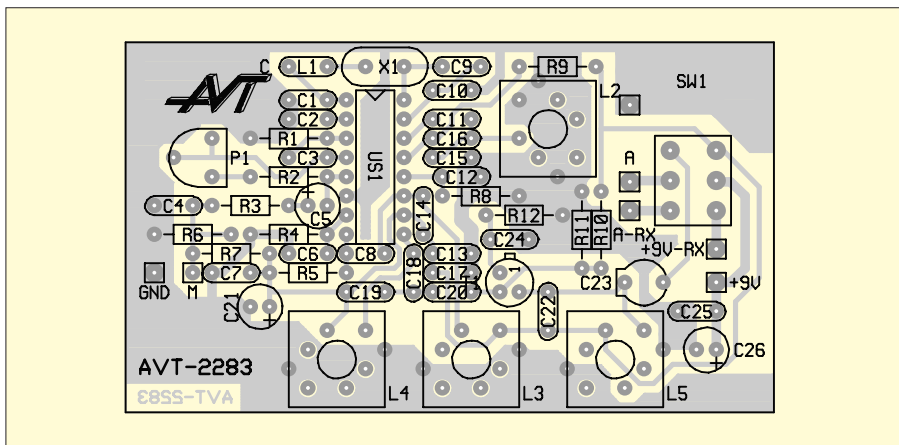
Cewka L1 o regulowanej indukcyjności – max. 5μH (potrzebna tylko przy obniżaniu częstotliwości) – może być wykonana przez nawinięcie na korpusie filtru 7x7mm około 20 zwojów drutu DNE 0,1mm.

Do zasilania układu można wykorzystać 2 baterie płaskie po 4,5V bądź od razu 9V 6F22 lub zasilacz stabilizowany 9V.

Uruchomienie nadajnika polega na zestrojeniu obwodów rezonansowych poprzez odpowiednie kolejne ustawianie rdzeni w korpusach cewek i ewentual-

Rys. 2. Schemat ideowy





Rys. 3. Schemat montażowy

nym skorygowaniu współpracującego kondensatora tak, aby uzyskać maksymalną wartość amplitudy sygnału przy wymaganej częstotliwości. Dla osób nie mających doświadczenia w uruchamianiu układów w.cz. czy nie dysponujących choćby minimalnym zestawem przyrządów (częstościomierz cyfrowy o maksymalnym zakresie około 200MHz oraz miernik w.cz., na przykład multimetr V640 z sondą w.cz.) może okazać się bardzo trudne. Pomocnym w zestrojeniu nadajnika i końcowym jego sprawdzeniu może być fabryczny skaner częstotliwości czy radiotelefon FM/2m np. pożyczony na czas prób od kolegi uruchomiony układ odbiornika kit AVT-2175 (opis EdW-1/98).

Ideałem byłoby wykorzystanie w tym miejscu radiotestera przy pomocy którego można od razu zobaczyć widmo sygnału wyjściowego, moc, częstotliwość oraz dziewięć częstotliwości (korekcja przy pomocy P1).

W przypadku podłączenia mikrofonu pojemnościowego należy uzupełnić układ o rezystor R7 oraz R6 (na początku można pominąć; wartość zależna od użytego typu mikrofonu elektretowego).

Chcąc uzyskać większą moc wyjściową należy zastosować dodatkowy sto-

pień tranzystorowy pracujący w klasie C np. dla mocy 0,5W – tranzystor z serii BFY 99. Opisany układ mininadajnika po odpowiednim zestrojeniu może być z powodzeniem używany również w zakresie CB, 2m czy nawet 70cm. W tym ostatnim przypadku tranzystor T1 jest wykorzystywany jako potrajacz częstotliwości. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie aby wyeliminować trudno dostępny rezonator 12...MHz i aby użyć innych posiadanych rezonatorów z serii 8..., 9..., 16... czy 18...MHz. Cały problem leży jak wiadomo w obwodach rezonansowych. Można także stosować inne sposoby powielania niż opisany powyżej w formie przykładu i ten sam kanał Packet Radio uzyskać podłączając jako X1 popularny rezonator 27,145MHz (wtedy powielanie będzie następujące: L2/18MHz, L3/36MHz, L4/72MHz, L5/144MHz). Przewidziany na płytce drukowanej pojedynczy przełącznik ISOSTAT został pomyślany z myślą rozbudowy układu do pracy transceiverowej. Jedna sekcja przełącznika jest wykorzystywana do przełączania zasilania 9V a druga – anteny (elementów wspólnie wykorzystywanych z odbiornikiem FM/2m – np. AVT-2175). Antena może być typu GP 1/4

Wykaz elementów

Rezystory

- R1, R2: 100kΩ
- R3: 2,7kΩ
- R4: 150Ω
- R5: 220kΩ
- R6, R8: 1kΩ
- R7, R10: 4,7kΩ
- R9: 390kΩ
- R11: 220Ω
- R12: 47Ω
- P1: 220kΩ (potencjometr montażowy)

Kondensatory

- C1: 22pF (może być niepotrzebny; zależy od typu rezonatora)
- C2, C3: 4,7nF
- C4, C12, C17, C24: 1nF
- C5, C21: 1uF/16V
- C6, C13, C20: 470pF
- C7, C25: 10nF
- C8: 10pF
- C9: 56pF
- C10: 51pF
- C11, C16: 47pF
- C14: 18pF
- C15: 68pF
- C18: 12pF
- C19: 33pF
- C22: 8,2pF
- C23, C: 5-40pF (trymer)
- C26: 47uF/16V

Półprzewodniki

- US1: MC2833
- T1: 2N2369

Pozostałe

- X1: patrz tekst
- L1...L5: patrz tekst
- Pz: przełącznik ISOSTAT (2x3)
- M: mikrofon np. W-66 lub elektretowy (R6, R7)
- A: antena na pasmo 2m

Uwaga!

- X1 oraz antena nie wchodzi w skład kitu.
- L2...L5 należy przed wlutowaniem przewinąć – patrz tekst.
- Jako M w kicie znajduje się mikrofon elektretowy

(promiennik 49cm +3 przeciwwagi również po 49cm) lub wieloelementowa YAGA która ma większy zysk; przy tak małej mocy jest bardziej skuteczna.

W każdym przypadku znaczną niedogodnością ze stosowania tego układu mininadajnika jest praca tylko na jednym kanale w zależności od użytego rezonatora kwarcowego; w wielu przypadkach będzie to wystarczające.

Pewnym wyjściem z sytuacji właśnie w celu zwiększenia ilości kanałów pracy może być zastosowanie opisywanego już generatora VXO/2m (EP-11/97 – kit AVT-2172). W tym przypadku można wykorzystać istniejący na tej samej płytce układ VCO jako drugi generator odbiornika choć najlepszym wyjściem byłoby zastosowanie syntezera częstotliwości.

Nie wątpimy, że znajdą się tacy Czytelnicy, którzy wykorzystają opisane już na naszych łamach opisy i skonstruują od razu radiotelefon FM/2m na jednej płytce drukowanej i w technice SMD.

Andrzej Janeczek