

W związku z przejściem z krajowego zakresu OIRT na zachodni CCIR przybywa coraz więcej stacji nadających właśnie w tym nowym w Polsce zakresie. Z tego też powodu istnieje zapotrzebowanie na opisy radioodbiorników UKF FM umożliwiających odbiór w pasmie 88...108MHz. Co prawda w sklepach ze sprzętem radiowym jest duży wybór takich odbiorników, jednak są i tacy Czytelnicy, którym najwięcej satysfakcji sprawia samodzielne wykonanie układu. Wśród kitów TSM oferowanych przez AVT są już dwa odbiorniki FM przeznaczone do samodzielnego zmontowania: TSM-61 i TSM-135. Pierwszy z nich jest przeznaczony do „starego” zakresu, czyli 67,5...74MHz, a drugi jest samochodowym tunerem FM, który wymaga dodatkowego wzmacniacza małej częstotliwości. Opisany poniżej odbiornik FM (CCIR) został skonstruowany w oparciu o jeden specjalizowany układ scalony oraz gotową głowicę fabryczną stosowaną m.in. w kicie TSM-135.

Przypadek zdecydował, że spośród wielu nowych układów scalonych zawierających w swej strukturze wewnętrznej cały tor odbiornika radiofonicznego, wybraliśmy LM1868 firmy National Semiconductor.

Opis działania

Połączenie układu LM1868 i głowicy FM zapewnia wszystkie funkcje niezbędne dla realizacji radioodbiornika AM/FM o mocy wyjściowej około 0,5W. W strukturze wewnętrznej LM1868 (rys. 1) zawarte są: wzmacniacz m.cz., dekoder FM i p.cz. oraz konwerter AM, p.cz. i detektor. Układ jest odpowiedni zarówno do zasilania z zasilacza stabilizowanego jak i z baterii 9V.

Elementy zewnętrzne znajdujące się w górnej części LM1868 dotyczą układu FM, a te poniżej - obejmują

Kieszonkowy odbiornik FM

kit AVT-62

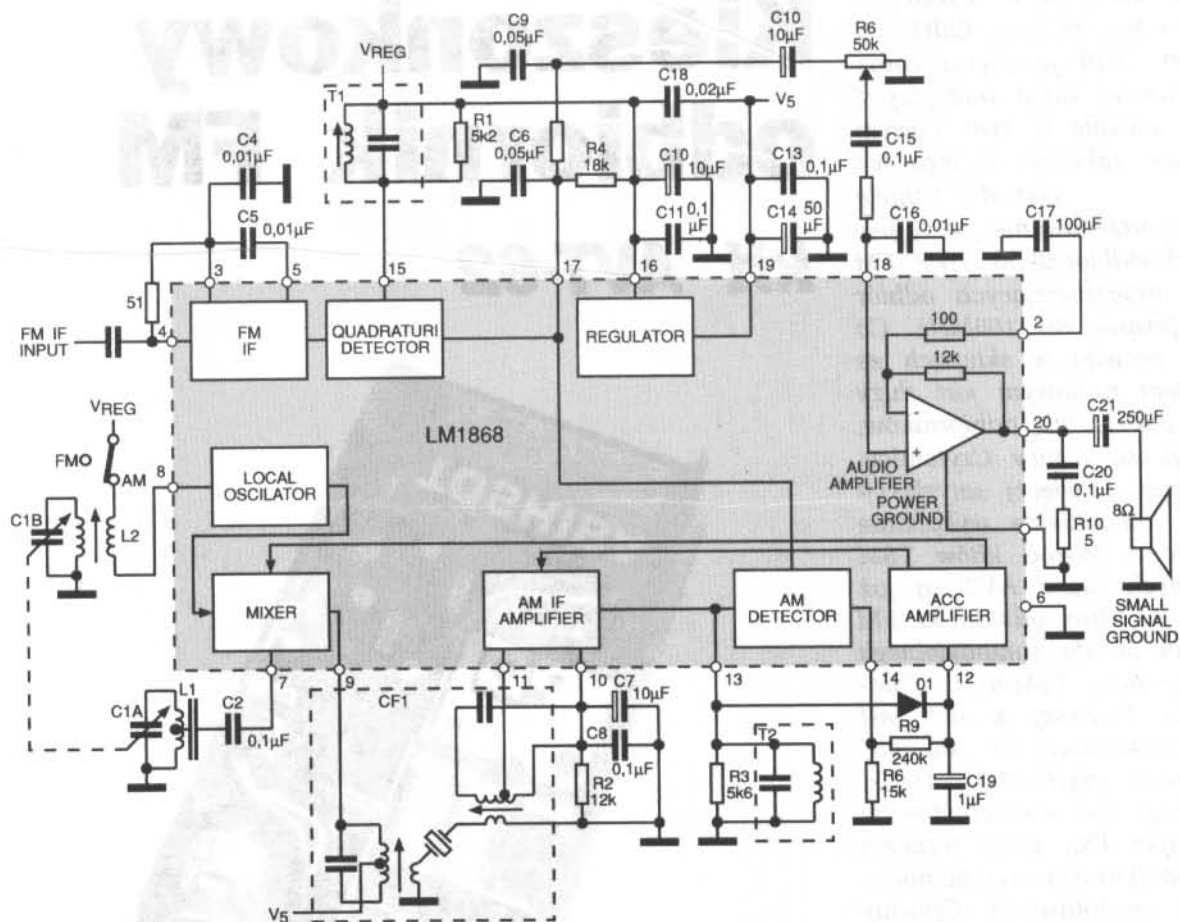


cały tor AM. Chociaż w przedstawianym odbiorniku podłączono tylko układ FM (oczywiście, ze wzmacniaczem m.cz.), to jednak wydaje się celowym omówienie całej struktury układu scalonego jak i zalecanego układu aplikacyjnego. Mamy nadzieję, że wśród naszych Czytelników znajdują się tacy, którzy będą chcieli wykorzystać wszystkie właściwości układu LM1868:

- selekcja trybu AM/FM po stronie DC
- regulowane napięcie zasilania
- zawężenie szerokości pasma sygnału wzmacnianego w trybie AM, zmniejszające szumy wzmacniacza w pasmie AM
- ARW - automatyczny regulator wzmacnienia
- konwerter AM poprawiający odbiór sygnałów przesterowanych
- wewnętrzny niskoprądowy detektor AM

Sekcja AM składa się ze stopnia mieszacza, oddzielnego oscylatora, bloku wzmacniacza p.cz., detektora obwiedni, układu ARW (automatyczna regulacja wzmacnienia) do kontroli wzmacnienia p.cz. i mieszacza oraz układu przełączającego, który odłącza sekcję AM w trybie FM.

Sygnały z anteny ferrytowej doprowadzane są do wejścia mieszacza AM. Ten stopień składa się ze wzmacniacza o wspólnym emiterze sterującym wzmacniaczem różnicowym, który jest przełączany przez lokalny oscylator. Bez ARW mieszacza prąd w mieszaczu spada zmniejszając wzmacnienie; spada także impedancja wejściowa ograniczając sygnał na wejściu. Wzmacniacz różnicowy podłączony do nóżki 8 formuje sygnał oscylatora. Rezystory polaryzacyjne zapewniają ujemną impedancję na nóżce 8. Częstotliwość oscylacji jest



Rys. 1. Typowa aplikacja układu LM1868

określona przez obwód rezonansowy L2 C18.

Po przejściu przez filtr ceramiczny sygnały p.c.z. są podane na wejście p.c.z. Sygnały na nóżce 11 są wzmacniane przez dwa stopnie ze wspólnym emiterem, a następnie podane do stopnia wyjściowego podłączonego do nóżki 13. Polaryzacja wstępna jest tak pomyślana, aby prąd w dwóch pierwszych stopniach był ustawiany przez różnicę pomiędzy źródłem prądu $250\mu\text{A}$ a układem Darlingtona podłączonym do nóżki 12.

Kiedy poziom ARW jest przekroczony układ Darlingtona włącza się kierując prąd p.c.z. do masy i redukując w ten sposób wzmacnienie stopnia. Prąd ten jest monitorowany przez układ ARW mieszacza. Spadek prądu do $30\mu\text{A}$ odpowiada redukcji wzmacnienia p.c.z. 30dB. Kiedy obwód ARW mieszacza zaczyna przewodzić prąd następuje spadek prądu mieszacza oraz impedancji wejściowej. Sterowanie ARW jest pobierane z nóżki 14, podczas gdy wyjście detektora AM jest sumowane z wyjściem detektora FM na nóżce 17.

Sekcja FM

Sekcja FM składa się z 6 stopniowego wzmacniacza - ogranicznika p.c.z. oraz detektora kwadraturowego. Stopnie p.c.z. są identyczne, z wyjątkiem stopnia wejściowego (który pracuje na wyższym prądzie aby zredukować zakłócenia) i stopnia ostatniego (który jest wyłączany w trybie AM).

Wzmacniacz m.c.z.

Wzmacniacz m.c.z. zapewnia wzmacnienie napięciowe ponad 40dB. Szerokość pasma wzmacniacza m.c.z. jest ograniczana w trybie AM aby zredukować wyjściowe zakłócenia występujące w pasmie AM. Redukcji szerokości pasma towarzyszy redukcja prądu w stopniu wejściowym.

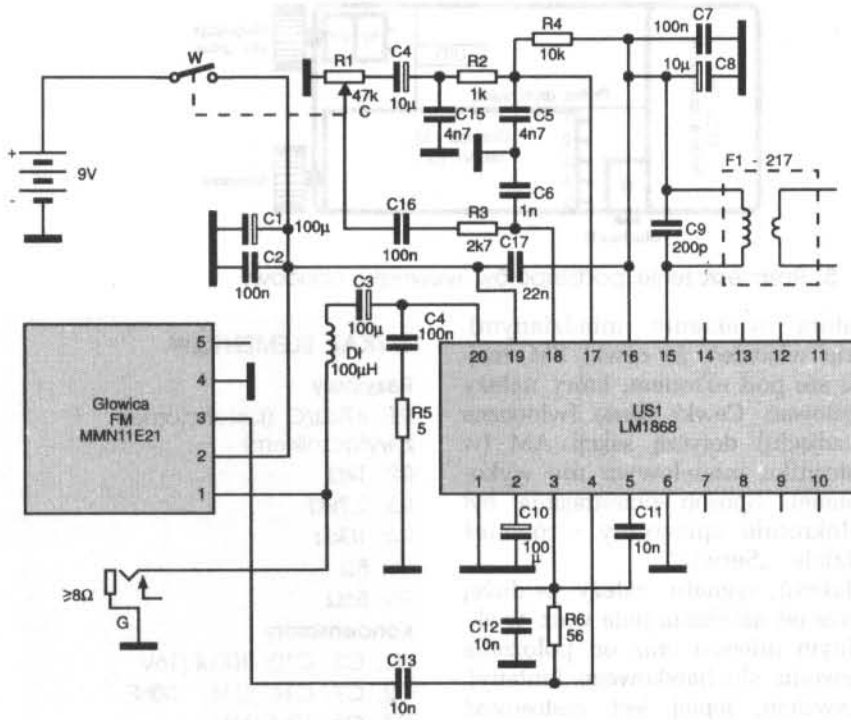
Producent układu scalonego podaje kilka istotnych zasad, które należy uwzględnić podczas montażu czy projektowania płytki drukowanej. Poniżej przytoczymy niektóre z nich.

Największe problemy projektowania odbiorników AM są związane z promieniowaniem niepożądanych sygnałów do anteny ferrytowej.

Zależnie od źródła to promieniowanie może spowodować różne niekorzystne zjawiska, jak słaby stosunek sygnał/szum i oscylowanie niskich częstotliwości. Chociaż promieniowanie LM1868 jest niewielkie, całkowite parametry radioodbiornika mogą być pogorszone przez nieprawidłowe zaprojektowanie płytki drukowanej. Poniżej podano przykłady najczęściej spotykanych problemów i sposoby ich uniknięcia.

1. Wzbudzenie typu „tweet“: umieścić antenę ferrytową jak najdalej od składowych detektora C6, C9, R4 i R5. Ukierunkować C6, C9, R4 i R5 równoległe do kąta anteny ferrytowej. Uziemienia elementów R8, C6, C9 i C19 dołączyć do oddzielnego przebiegu masy.

2. Mały stosunek sygnał/szum w zakresie niskich częstotliwości: skrócić wyprowadzenia głośnika. Ustawić R10 i C20 równoległe do kąta anteny ferrytowej. Umieścić C11 daleko od anteny ferrytowej. Ogólnie mówiąc, promieniowanie pochodzi od prądu płynącego w pętli.



Rys. 2. Schemat elektryczny odbiornika FM

Montaż i uruchomienie

Sekcja FM

Wyprowadzenia układu LM1868 zostały zaprojektowane w taki sposób, aby zminimalizować problemy związane z projektowaniem rozmieszczenia elementów. Na kilka spraw należy jednak zwrócić szczególną uwagę, aby zapewnić stabilność. Masa źródła zasilania powinna powracać do masy C4. Kondensatory C13 i C18 zamykają powrotną drogę dla prądów płynących w cewce filtru F1 i powinny one być połączone z odpowiednimi nóżkami układu bezpośrednio na płycie drukowanej (możliwie krótkimi ścieżkami). Cewka detektora kwadraturowego i układ wejściowy powinny być możliwie jak najbardziej oddalone od siebie.

Wzmacniacz m.cz.

Wszystkie uwagi związane ze standardowymi układami wzmacniaczy m.cz. dotyczą także LM1868, to znaczy: wejścia ujemne i dodatnie powinny wracać do tego samego punktu masy, a wyprowadzenia do obciążenia wysokiej częstotliwości powinny być jak najkrótsze. W wypadku LM1868 oznacza to połączenie masy rezystora R6 do tego samego punktu uziemienia co C17 i utrzymanie możliwie jak najkrótszych doprowadzeń do C20 i R10.

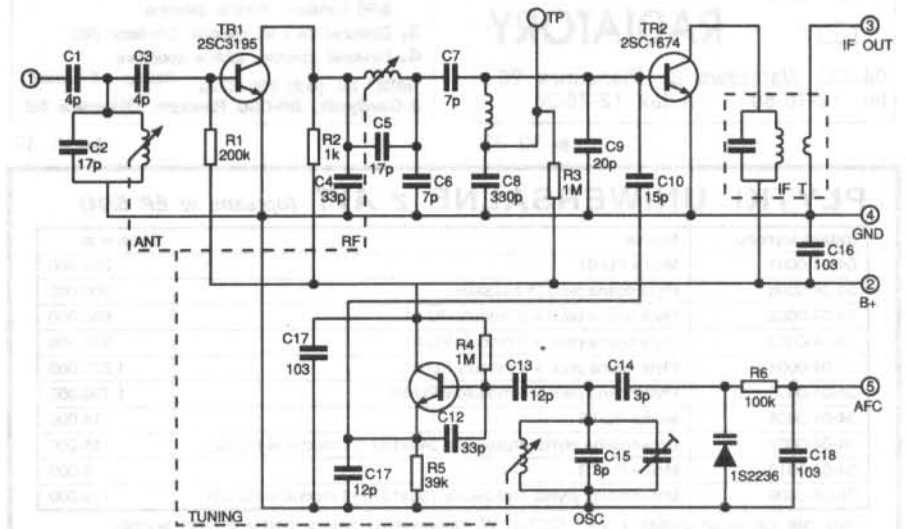
Schemat elektryczny modelowego odbiornika FM (88...108MHz) jest

przedstawiony na rysunku 2. W obwodzie detektora kwadraturowego wykorzystano filtr p.cz. 10,7MHz typu 7x7 o oznaczeniu 217. Można tutaj zastosować inne filtry o częstotliwości rezonansowej 10,7MHz z tym, że należy zmniejszyć wartość kondensatora C9. Dla przykładu, po zastosowaniu filtrów o oznaczeniu 204 (C9=160pF), 229 (C9=120pF), 216 (C9=100pF), 227 (C9=90pF). Przy filtrach 211 czy 212 kondensator C9 należy pominąć. Potencjometr R1 sprzężony z wyłącznikiem zasilania służy do regulacji siły głosu. Sygnał m.cz. poprzez kondensator C3 i dławik separujący jest podany na

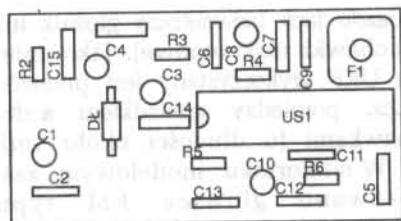
gniazdo Jack (zewnątrzny głośnik lub słuchawki niskoomowe). Jako antena UKF wykorzystany jest przewód m.cz. pomiędzy gniazdkiem a słuchawkami (o długości około 1m).

W odbiorniku modelowym zastosowano głowicę FM typu MMN11E21 firmy Thomson, wykorzystywaną również w TSM-135. Schemat elektryczny takiej głowicy jest przedstawiony na rysunku 3. Jest to typowy układ trzystopniowy, gdzie TR1 pracuje jako wzmacniacz w.cz., TR2 - mieszacz, TR3 - generator. Obwody wejściowy i wyjściowy wzmacniacza, a także generatora są współbieżnie przestrajane indukcyjnie w zakresie 88...108MHz. Sygnał wejściowy z obwodu antenowego jest podawany na zacisk „1”, zaś sygnał wyjściowy pośredniej częstotliwości (10,7MHz) z zacisku 3 jest skierowany na nóżkę 4 układu LM1868. Ponieważ impedancja wyjściowa głowicy wynosi 50Ω, rezystor R6 powinien mieć podobną wartość (ze względu na dopasowanie impedancji).

Układ scalony US1 wraz z towarzyszącymi elementami zamontowano na małej płytce uniwersalnej z zachowaniem krótkich połączeń i kilku wcześniej przedstawionych zaleceń. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej jest pokazane na rysunku 4. Na rysunku 5 przedstawiono przykładowy sposób zamontowania wszystkich niezbędnych elementów wewnątrz plastikowej obudowy KM29. W dolnej części obudowy należy wykonać kilka niezbędnych otworów (do zamontowania głowicy, potencjometru i gniazdka) oraz usu-



Rys. 3. Schemat elektryczny głowicy MMN 11E21

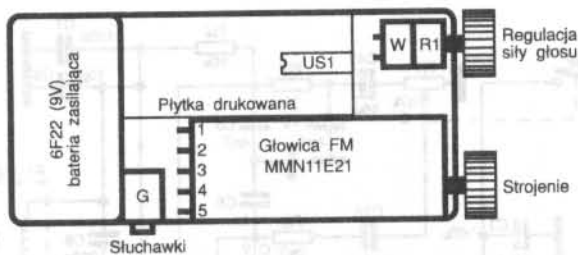


Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

nać wewnętrzny słupek mocujący górną część przykrywki (miejsce na głowicę). W końcowej fazie montażu należy przewidzieć inny sposób zamocowania górnej części obudowy, np. poprzez przyłutowanie nakrętki M3 do bocznej ścianki głowicy naprzeciwko istniejącego otworu w obudowie.

Po zmontowaniu odbiornika i włączeniu zasilania oraz pokręceniu pokrętłem strojenia głowicy powinniśmy odebrać lokalną stację FM z zakresu 88...108MHz. Ponieważ głowica FM (oferowana przez AVT) jest już przygotowana do pracy w tym pasmie, strojenie odbiornika ogranicza się do korekcji ustawienia rdzenia w filtrze F1 na największą siłę odbieranego sygnału.

Czytelnicy chcący odbierać również stacje w „starym” zakresie OIRT mogą zastosować specjalny przełącznik dołączający do cewek głowicy dodatkowe kondensatory obniżające częstotliwość pracy odbiornika. Cewki głowicy są zamknięte w cylindryczne ekrany (cewka os-



Rys. 5. Rozmieszczenie podzespołów wewnątrz obudowy

cylatora w ekranie miedzianym). Warto wiedzieć, że cewki FM znajdują się pod ekranem, który należy rozlutować. Cewki górne (widoczne na zdjęciu) dotyczą sekcji AM (w odbiorniku modelowym nie wykorzystane). Sposób przestrajania był wielokrotnie opisywany - również w dziale „Serwis”.

Jakość sygnału zależy w dużej mierze od natężenia pola w.c.z. w aktualnym miejscu oraz od położenia przewodu słuchawkowego (anteny). Oczywiście, lepiej jest zastosować typową antenę FM/100MHz, np. teleskopową, dołączoną bezpośrednio do zacisku „1” głowicy, lecz przedstawiony sposób jest wygodniejszy, zwłaszcza w podróży. Odbiornik ze względu na niewielkie wymiary z powodzeniem może być schowany do kieszeni w marynarce. Słuchać możemy za pośrednictwem miniaturowych słuchawek, np. od Walkmana, nie zakłócając otoczenia.

Andrzej Janeczek SP5AHT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 47k Ω /C (potencjometr z wyłącznikiem)
- R2: 1k Ω
- R3: 2,7k Ω
- R4: 10k Ω
- R5: 5 Ω
- R6: 56 Ω

Kondensatory

- C1, C3, C10: 100 μ F/16V
- C2, C7, C14, C16: 100nF
- C4, C8: 10 μ F/16V
- C5, C15: 4,7nF
- C6: 1nF
- C9: 200pF (patrz tekst)
- C11, C12, C13: 10nF
- C17: 22nF

Cewki

- D1: 100 μ H (wartość niekrytyczna, można nawinąć około 10 zwojów drutu DNE 0,4 na pręciku ferryt.)
- F1: 217 lub inny filtr 7x7/10,7MHz (204, 229, 216, 227, 211, 212...)

Różne

- US1: LM1868
- Głowica FM MMN11E21 lub podobna
- Obudowa KM29
- Zaciski baterii 9V
- Słuchawki
- Gniazdo słuchawkowe typu Jack