

# Telewizja amatorska z modulacją częstotliwości FM <sup>(1)</sup>

Krzysztof Dąbrowski

**E**misja ogólnie dostępnych programów telewizyjnych jest oparta na przyjętych międzynarodowych normach. W Europie są to normy CCIR stosowane w różnych odmianach. Wspólną cechą charakterystyczną tych wszystkich norm, łącznie z normą amerykańską, jest modulacja amplitudy nośnej wizji. W odróżnieniu od modulacji amplitudy stosowanej w radiofonii dolna wstęga boczna jest w znacznym stopniu obciążona, jest to więc w praktyce modulacja quasi-jednowstęgowa z falą nośną. W praktyce amatorskiej została przyjęta norma CCIR z odstępem między częstotliwościami nośnej wizji i fonii równym 5,5 MHz. Norma ta jest stosowana przede wszystkim w pasmie 70 cm. Coraz szersze wykorzystanie pasm mikrofalowych otwiera przed telewizją amatorską nowe perspektywy. Jedną z nich jest możliwość zastosowania modulacji częstotliwości nośnej wizji. Cechami charakterystycznymi modulacji częstotliwości są: większa odporność na zakłócenia, zwłaszcza impulsowe, uzyskana dzięki zastosowaniu ogranicznika amplitudy w torze odbiorczym, oraz zysk szerokopasmowy. Ze wzrostem wskaźnika modulacji wyrażanego stosunkiem dewiacji częstotliwości do największej częstotliwości modulacji:

$$M = \frac{\Delta F}{f_{\max}}$$

poprawia się stosunek sygnału do szumu S/N na wyjściu dyskryminatora częstotliwości w porównaniu ze stosunkiem sygnału do szumu na jego wejściu. Fizycznie zjawisko to można wyjaśnić następująco. Składniki widma sygnału zmodulowanego są ze sobą powiązane stałą zależnością czasową, są skorelowane. Szумы występujące w kanale odbiorczym są szumami przypadkowymi, ich poszczególne składniki nie są ze sobą skorelowane i znoszą się częściowo, zmniejszając w ten sposób składową szumów na wyjściu.

Charakterystyki szumów modulacji częstotliwości w zależności od indeksu modulacji są przedstawione na rys. 1. Zjawisko to występuje powyżej pewnego progu. Dla stosunków sygnał/szum poniżej wspomnianego progu sygnał zakłócający powoduje znaczące zmiany momentów przejścia nośnej przez zero, dając w ten sposób zakłócającą modulację częstotliwości.

Dodatkową poprawę stosunku sygnału do szumu daje zastosowanie preemfazy po stronie nadawczej i deemfazy po stronie odbiorczej.

W stosunku do modulacji amplitudy zysk w postaci poprawy stosunku sygnału do szumu wynosi (rys. 2):

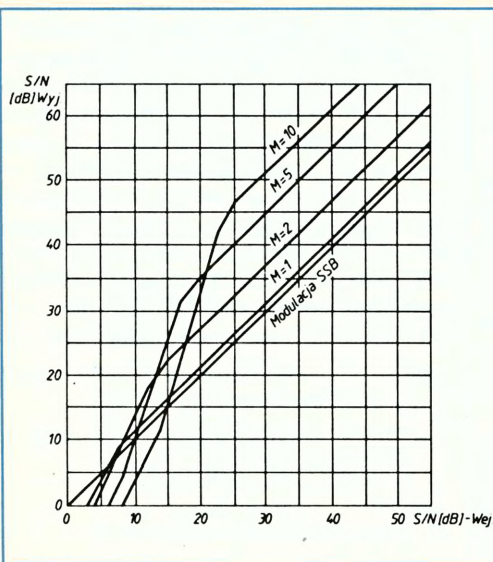
$$S = 10 \log 3 \left( \frac{M}{m} \right)^2$$

przy czym:

M – wskaźnik modulacji FM,  
m – głębokość modulacji AM.

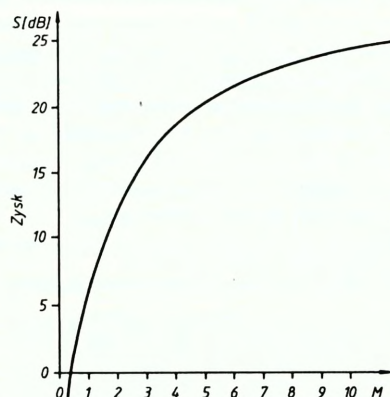
W praktyce oznacza to, np. przy wskaźniku modulacji równym jedności (szerokość pasma wynosi wówczas ok. 22 MHz) zysk ok. 6,7 dB przy założeniu maksymalnej dopuszczalnej głębokości modulacji porównywanego nadajnika AM ok. 0,8. Dla porównania, w telewizji satelitarnej jest stosowana szerokość pasma ok. 27 MHz. W przypadku stosowania wskaźnika modulacji równego 5, zysk wynosi ok. 20,6 dB, jest on jednak okupiony b. dużą szerokością pasma wynoszącą 66 MHz. Jest to wartość trudna do przyjęcia w praktyce radioamatorskiej. Dodatkowy zysk spowodowany zastosowaniem preemfazy/deemfazy wynosi ok. 14 dB, wypadkowy zysk przekracza więc 20 dB. Zwiększone tłumienie wolnej przestrzeni w pasmach 23 i 13 cm w stosunku do pasma 70 cm jest zrekomensowane z nadmiarem. W stosunku do stacji pracujących w tych pasmach z modulacją amplitudy sprawa zysku nie wymaga w ogóle dalszej dyskusji.

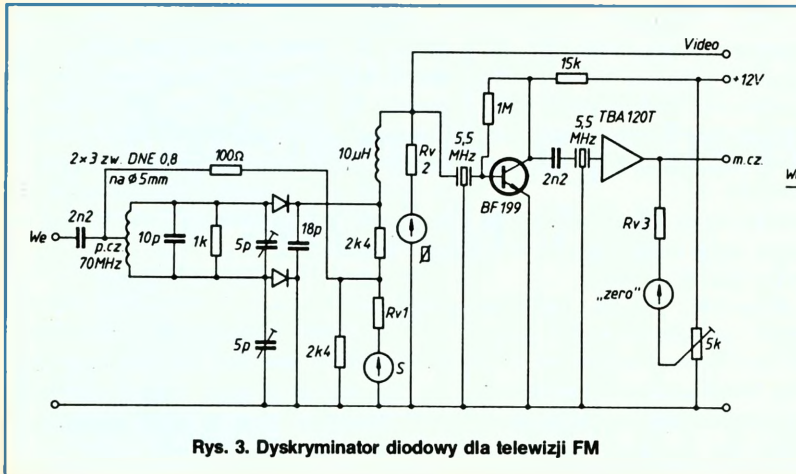
Oznacza to więc (cytując porównania przedstawione w "UKW Berichte" 2/1986), że jeżeli przy transmisji obrazu w pasmie 13 cm z mocą rzędu 150 mW sygnał jest odbierany poniżej progu FM, a obraz jest zaszumiony, choć kolory są odbierane prawidłowo, to przy transmisji z mocą 800 mW szумы zanikają i jakość obrazu można określić jako dobrą, a przy transmisji z mocą 1,5 W jakość odebranego obrazu jest już b. dobra. Dla porównania, przy transmisji obrazu w pasmie 70 cm z modulacją AM na tej samej trasie i przy mocy nadajnika 1 W, stosunek sygnału do szumu wynosił 10 dB, odbierany obraz z trudem umożliwiał rozpoznanie większych elementów i nie był kolorowy. Dopiero przy mocy nadajnika 10 W, co odpowiadało stosunkowi sygnału do szumu 20 dB, możliwy był odbiór kolorowy ale jakość obrazu była gorsza niż przy odbiorze FM na progu czułości. Dobrą jakość obrazu uzyskano dopiero przy mocy nadajnika 70 W, co dawało stosunek sygnału do szumu 30 dB, b. dobrą – dopiero przy stosunku sygnału do szumu powyżej 40 dB. W praktyce profesjonalnej (w telewizji programowej) jako granicę b. dobrego odbioru przyjmuje się stosunek sygnału do szumu wynoszący 60 dB.



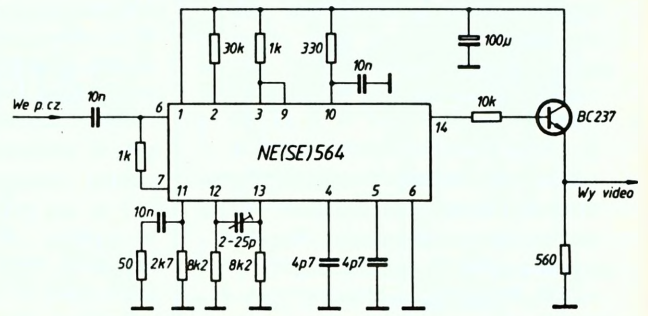
◀ Rys. 1. Charakterystyki szumów modulacji FM  
M – wskaźnik modulacji

▼ Rys. 2. Zysk modulacji FM w stosunku do AM





Rys. 3. Dyskryminator diodowy dla telewizji FM



Rys. 4. Demodulator PLL z układem NE564 (SE564)

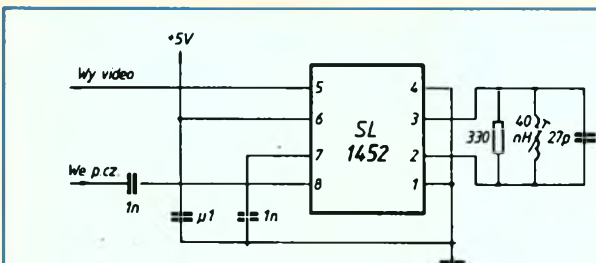
Oznacza to konieczność stosowania znacznych mocy nadajnika. Moce te musiałyby (przy uwzględnieniu zwiększonego tłumienia wolnej przestrzeni) być jeszcze większe w pasmach mikrofalowych. Uzyskanie ich za pomocą środków amatorskich jest b. trudne lub wręcz niemożliwe. Tłumienie wolnej przestrzeni w pasmie 23 cm jest o ok. 9 dB większe niż w pasmie 70 cm, a dla pasma 13 cm różnica ta wynosi nawet 14 dB. Również należy uwzględnić zwiększone tłumienie kabla antenowego wynoszące np. dla kabla typu RG-213 14 dB/100 m różnicy między pasmami 70 i 23 cm. W pasmie 13 cm tłumienie to wzrasta dodatkowo o 23 dB/100 m w porównaniu z pasmem 23 cm. Następną zaletą modulacji częstotliwości jest znaczne uproszczenie konstrukcji nadajnika. W przypadku stosowania modulacji AM wszystkie stopnie muszą pracować w liniowym obszarze charakterystyk dla uniknięcia zniekształceń treści obrazu i zakłóceń synchronizacji. Jest to szczególnie krytyczne przy transmisji obrazów kolorowych. Warunek zachowania liniowości ogranicza poważnie wykorzystanie możliwości stopni mocy nadajników telewizyjnych. Ze względu na możliwość wystąpienia zniekształceń sygnału nadawanego głębokość modulacji nie powinna przekraczać 80%. W nadajniku FM sygnał z modulowanego częstotliwościowo generatora sterującego może być poddany powielaniu dla uzyskania

pożądaney częstotliwości wyjściowej lub zmieszany z sygnałem z dodatkowego generatora kwarcowego. Wszystkie następnę stopnie pracują w klasie C, zapewniając większą sprawność nadajnika. Odpada tu warunek zapewnienia wysokiej liniowości pracy, tak istotny w telewizji AM. Również konstrukcja modulatora FM o wymaganej liniowości jest znacznie łatwiejsza niż konstrukcja modulatora AM większej mocy. Konstrukcje układów nadawczo-odbiorczych omówię szczegółowo w dalszej części artykułu. Wadą emisji FM jest znacznie większa szerokość pasma zajmowanego przez sygnał w.cz. Szerokość ta wynosi:

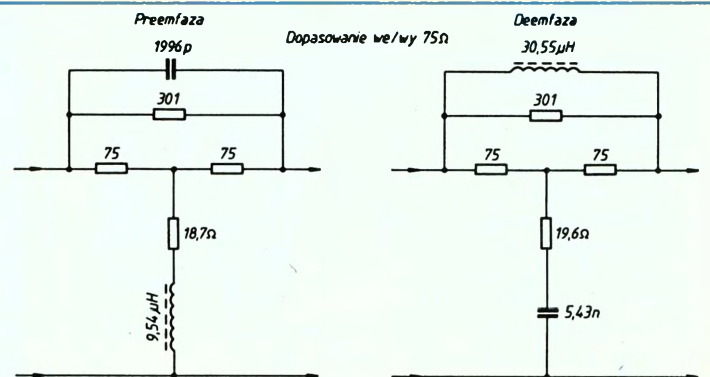
$$B = 2 (\Delta f + f_{\max}) = 2 (M + 1)$$

przy czym M jest wskaźnikiem modulacji. Stosowany w praktyce amatorskiej wskaźnik modulacji w zakresie  $0,5 \div 1$  daje szerokości pasma między 16 a 22 MHz. Na stosunkowo mało wykorzystanych pasmach mikrofalowych są to jednak wartości do przyjęcia. Znacznie poważniejszą wadą jest komplikacja układu odbiorczego. O ile przy modulacji AM w najprostszym przypadku wystarczyło dołączenie konwertera do zwykłego odbiornika telewizyjnego, o tyle modulacja FM wymaga konstrukcji specjalnego szerokopasmowego toru odbiorczego i dyskryminatora częstotliwości. Ze względu na dużą szerokość pasma częstotliwości pośrednia odbior-

nika powinna wynosić kilkadziesiąt MHz. Najczęściej spotykaną częstotliwością pośrednią jest 70 MHz. Jako filtry stosowane są układy LC lub gotowe filtry z fałą powierzchniową (np. SW 503 firmy Signal Technology). W urządzeniach profesjonalnych, np. w odbiornikach telewizji satelitarnej, jest stosowana ostatnio częstotliwość 479,5 MHz. Uzyskanie pożądaney charakterystyki przenoszenia jest tu możliwe dzięki zastosowaniu filtrów z fałą powierzchniową. Filtry takie produkują znane firmy, np. Siemens (Y6950) lub wspomniana już Signal Technology (SW504), ze względu jednak na ich wysoką cenę w praktyce amatorskiej bardziej rozpowszechniona jest częstotliwość 70 MHz. Tańszym rozwiązaniem niż filtry z fałą powierzchniową jest moduł typu 252MX-1552A zawierający filtry helikoidalne (spiralne) na częstotliwość 479,5 MHz. Wzmacniacz p.cz. może być klasycznym układem tranzystorowym lub zawierać układy scalone typu MSA0104. Układy te charakteryzują się impedancją wejściową i wyjściową 50 Ω w szerokim zakresie częstotliwości i nie wymagają stosowania żadnych układów dopasowujących. Jedynymi elementami zewnętrznymi są rezystory (270 Ω przy napięciu zasilania 12 V) i kondensatory sprzęgające 100 pF, które mogą być wykonane np. w technice paskowej. Rozwiązanie to jest podobne do przedstawionego dalej na wyjściu nadajnika FM. Trzystopniowy wzmacniacz tego typu



▲ Rys. 5. Dyskryminator z układem SL1452



Rys. 6. Obwody preemfazy i deemfazy

jest opisany w nrze 3/1990 "UKW-Berichte". Szczegółnej uwagi wymaga także konstrukcja dyskryminatora częstotliwości, jakość odbioru zależy bowiem od jego liniowości w podanym powyżej szerokim zakresie częstotliwości. Początkowo były stosowane dyskryminatory diodowe (rys. 3), a następnie układy z pętlą synchronizacji fazowej – PLL. Przykładowe rozwiązanie takiego dyskryminatora oparte na układzie scalonym NE564 jest przedstawione na rys. 4. W układzie zastosowano scaloną pętlę synchronizacji fazy NE(SE)564. Maksymalna gwarantowana fabrycznie częstotliwość pracy wynosi 50 MHz, dlatego też niektóre egzemplarze pracują już niestabilnie na częstotliwości 70 MHz. Maksymalna dopuszczalna szerokość pasma sygnału demodulowanego nie może przekraczać 22 MHz, a uwarunkowany konstrukcją stosunek sygnału wyjściowego do szumu wynosi tylko 40 dB, co daje słabe ale widoczne zaszumienie obrazu również przy silnych sygnałach. Układ ten, mimo wewnętrznego ogranicznika, jest wrażliwy na przesterowania i dlatego też jest zalecany dodatkowy ogranicznik zewnętrzny. Na częstotliwości pośredniej 479,5 MHz są stosowane demodulatory kwadraturowe, np. układ skonstruowany z układem scalonym SL1452 firmy Plessey (rys. 5).

O ile układ z rys. 4 zapewnia stosunek sygnału do szumu nie lepszy niż 40 dB, o tyle demodulator z rys. 5 daje stosunek rzędu 70 dB, a więc spełniający wymagania profesjonalne. Szerokość pasma pracy układu jest ustalana za pomocą rezystora tłumiącego obwód rezonansowy.

Oprócz detektorów kwadraturowych są stosowane również i na tej częstotliwości układy PLL, np.  $\mu$ PC1477C firmy NEC.

Na wyjściu demodulatora oprócz sygnału wizyjnego występuje podnośna 5,5 MHz, zmodulowana sygnałem akustycznym. Powinna być ona odfiltrowana, najlepiej za pomocą filtra ceramicznego, następnie poddana demodulacji FM. Prosty i wygodny rozwiązaniem jest układ TBA120T lub podobny.

Sygnał wyjściowy demodulatora może być doprowadzony do wejścia wizyjnego odbiornika telewizyjnego (konieczne jest jego dobrzenie) lub przez dodatkowy modulator do wejścia antenowego. To ostatnie rozwiązanie daje niestety gorszą jakość odbioru. W związku z rozpowszechnianiem się techniki komputerowej możliwe jest też zastosowanie monitora komputerowego zamiast odbiornika TV. Inną możliwością odbioru TV-FM jest wykorzystanie odbiornika (tunera) telewizji satelitarnej. Odbiorniki te po-

krywają przeważnie zakres częstotliwości 800 ÷ 1700 MHz, możliwy jest więc bezpośredni odbiór transmisji w pasmie 23 cm. Dla pasma 13 cm konieczne jest dołączenie jedynie prostego konwertera częstotliwości. Sygnał wyjściowy odbiornika (przeważnie w pasmie IV – kanały 30÷40) musi być doprowadzony do wejścia antenowego odbiornika TV.

Urządzenie TV satelitarnej może być również wykorzystane po niewielkich przeróbkach do odbioru transmisji w pasmie 10 GHz, przestrojenia wymaga jedynie znajdujący się bezpośrednio przy antenie konwerter SHF. Programy telewizji satelitarnej są nadawane w pasmie ok. 12 GHz, a więc niezbyt odległym od amatorskiego pasma 10 GHz. W przypadku konstrukcji własnego urządzenia odbiorczego konieczny jest jeszcze dodatkowy układ dyskryminatora fonii, pracujący na częstotliwości 5,5 MHz (rys. 3).

Jak już wspomniano, dalszą częstotliwość poprawy stosunku sygnału do szumu daje zastosowanie układu preemfazy/deemfazy. Metoda ta jest powszechnie stosowana w radiofonii UKF-FM. W tym przypadku umożliwia ona dodatkową poprawę stosunku sygnał/szum o ok. 14 dB. Układy filtrów odpowiadające normie CCIR 405-1 są przedstawione na rys. 6. □

# Telewizja amatorska z modulacją częstotliwości FM (2)

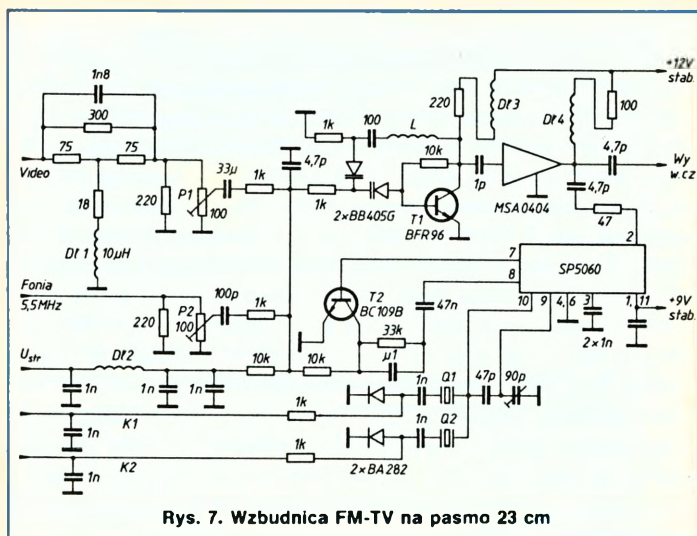
Krzysztof Dąbrowski

**P**rzykładem rozwiązania nadajnika-wzbudnicy FM na pasmo 23 cm jest układ z rys. 7. Stopień generatora modulowanego częstotliwościowo jest zrealizowany z typowymi podzespołami pracującymi w zakresie UHF. Jako diody pojemnościowe zastosowano diody typu BB405G. Również tranzystor jest typem spotykanym, np. w układach telewizyjnych. Kondensator 100 pF izoluje diody pojemnościowe od napięcia kolektora, jednocześnie jego końcówka stanowi indukcyjność obwodu rezonansowego. Punkt pracy tranzystora jest ustalony za pomocą rezystorów 200  $\Omega$  i 10 k $\Omega$ . Graniczna częstotliwość pracy układu wynosi 2,2 GHz. Dla częstotliwości pracy w pasmie 23 cm zakres przestrajania przy napięciach  $U_{str} = 0 \div 24$  V jest równy ok. 500 MHz. Moc wyjściowa stopnia zmienia się z ok. 12 mW przy 1 GHz do ok. 5 mW przy 1,5 GHz.

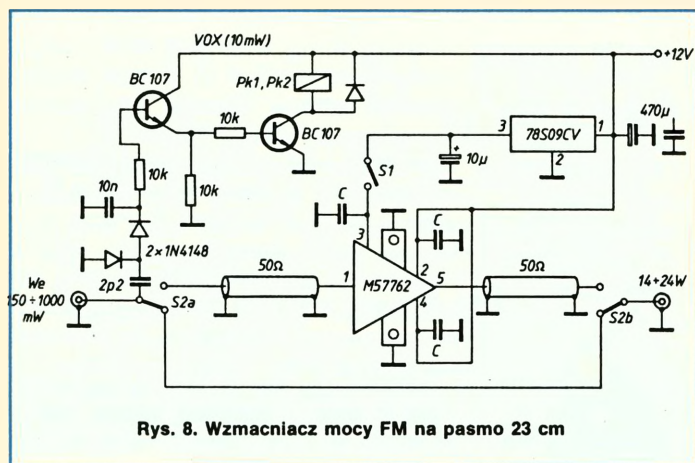
Układ scalony SP5060 w połączeniu z generatorem VCO stanowi całkowity układ syntezy częstotliwości z pętlą synchronizacji fazy (PLL). Układ SP5060 zawiera komparator fazy oraz dzielniki częstotliwości o stosunku podziału 1:256 wraz z przedwzmacniaczem. Napięcie wyjściowe komparatora fazy przez tranzystor T2 dostarcza generator VCO do częstotliwości synchronizacji. Częstotliwość kwarcu musi być 256 razy mniejsza od częstotliwości wyjściowej VCO. Według danych katalogowych firmy Plessey dopuszczalny zakres pracy syntezy wynosi od ok. 300 MHz do ok. 2 GHz. Zastosowany w nim stosunek podziału częstotliwości powoduje, że np. dla częstotliwości pracy 1270 MHz konieczne jest zastosowanie kwarcu na częstotliwość 4,9609375 MHz.

Jest oczywiście możliwe zastąpienie obwodu SP5060 przez jakąkolwiek inną kombinację osiągalnych (tańszych) dzielników częstotliwości i komparatora fazy. Stopień separujący wykonany z mikrofalowym układem scalonym MSA0404 dostarcza ok. 20 mW mocy wyjściowej, zastosowanie nowszego typu MSA1104 umożliwia osiągnięcie mocy wyjściowej 50 mW. Przy zasilaniu 12 V wzmocnienie układu wynosi 9 dB przy poborze prądu 60 mA, konieczne jest więc przełączenie zasilania na wejście stabilizatora i wymiana rezystora ze 100  $\Omega$  na 120  $\Omega$ .

Omówienie możliwych rozwiązań wzmacniaczy mocy przekraczających ramy niniejszego artykułu. Jednym z popularnych obecnie na zachodzie rozwiązań jest wzmacniacz oparty na module hybrydowym firmy Mitsubisi – M57762. Moduł ten przy mocach sterujących rzędu kilkudziesięciu mW dostarcza kilku watów mocy wyjściowej, przy mocach sterujących powyżej 150 mW – ok. 15 W. Sprawność modułu leży w zakresie 30  $\div$  40%. Możliwe jest też łączenie równoległe dwóch modułów dla uzyskania mocy 40  $\div$  45 W. Jeszcze korzystniejsze jest sprzężenie modułów przez sprzęgacz kierunkowy, co zapobiega ewentualnemu nierównomiernemu ich obciążeniu. Na rys. 8 przedstawiono przykład rozwiązania prostego wzmacniacza na pojedynczym module M57762. Moduł ten znalazł także szerokie zastosowanie w transceiverach fonicznych (samochodowych i stacjonarnych) na pasmo 23 cm, a moduły o mniejszej mocy (M57787 – 1W) są stosowane w sprzęcie przenośnym.



Rys. 7. Wzbudnica FM-TV na pasmo 23 cm



Rys. 8. Wzmacniacz mocy FM na pasmo 23 cm

Układ wzбудnicy z rys. 7 powinien być skonstruowany na płytce z laminatu epoksydowego o grubości ok. 1,5 mm, pokrytego z obu stron folią miedzianą. Całość jest zamknięta w blaszanej obudowie ekranującej. Korzystne, chociaż nie konieczne, byłoby posrebrzenie płytki. Obowiązują tu zresztą ogólnie znane zasady montażu układów pracujących na tak wielkich częstotliwościach. Długość końcówki kondensatora 100 pF stanowiącej indukcyjność obwodu rezonansowego wynosi 9 mm, a sam przewód jest zgięty w połowie pod kątem prostym. Końcówki pozostałych elementów powinny być możliwie jak najkrótsze, aby nie wprowadzały pasożytniczych indukcyjności.

Dławik D11 ma indukcyjność 10 H, dławiki D13 i D14 składają się z 4 zwojów drutu DNE 0,3 nawiniętego na 3 mm perelce ferrytowej. Dławik D12 stanowi przewód przeciągnięty przez 6-dziurkowy rdzeń "UKF-owy". Trymer 90 pF jest trymerem foliowym, a większość kondensatorów – krążkami ceramicznymi. Potencjometry P1 i P2 umożliwiają ustawienie pożądanej dewiacji częstotliwości odpowiednio dla sygnałów wizji i podnośnej dźwięku.

Zdaniem autora uruchomienie układu jest stosunkowo proste, a prawidłowo skonstruowany nadajnik wymaga jedynie kontroli częstotliwości wyjściowej i mocy. Sygnału podnośnej fonii może dostarczyć prosty generator LC pracujący na częstotliwości 5,5 MHz, modulowany częstotliwościowo.

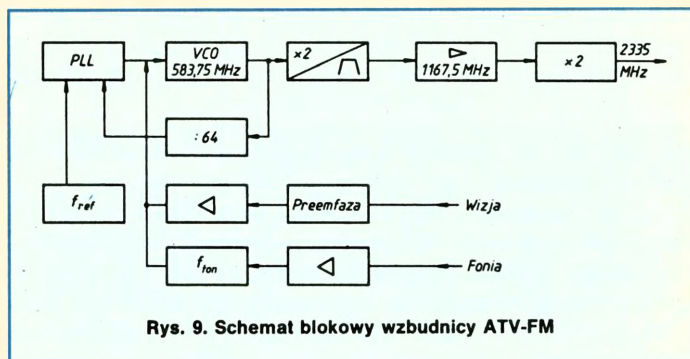
Konstrukcja została opracowana przez DD2EK i opisana w nrze 3/1988 czasopisma "UKW-Berichte", propozycja zmiany układu wyjściowego w nrze 1/1991 tegoż czasopisma.

Wybór mniejszej częstotliwości pracy VCO umożliwia wykorzystanie w układzie PLL tańszych i łatwiej dostępnych elementów, zwłaszcza dzielnika częstotliwości. Przy częstotliwościach rzędu 600 MHz możliwe jest np. zastosowanie dzielnika U664B o stosunku podziału 1:64. Częstotliwość odniesienia pętli wynosi wówczas ok. 9 ÷ 10 MHz, dzięki czemu w układzie dyskryminatora fazy może pracować m.in. układ scalony MC4044 firmy Motorola. Rozwiązanie takie przedstawił DC10P w nrze 4/1987 "UKW-Berichte". Nadajnik DC10P (rys. 9) jest nadajnikiem na pasmo 13 cm. Częstotliwość pracy VCO wynosząca 583,75 MHz jest podwajana w następnym stopniu dla uzyskania sygnału o częstotliwości 1167,5 MHz, który po wzmocnieniu we wzmacniaczu mocy jest doprowadzony do powielacza waraktorowego, dostarczającego do anteny sygnału o częstotliwości roboczej 2335 MHz. Częstotliwość odniesienia wynosząca w tym układzie 9,121 MHz umożliwia zastosowanie w generatorze odniesienia kwarcu na pasmo CB (27 MHz). Sam generator częstotliwości odniesienia może być wykonany z bramkami TTL 7400 (nie jest zalecany tu układ 74LS00). W nadajniku na pasmo 23 cm częstotliwość pracy VCO powinna wynosić 635 MHz, co daje częstotliwość odniesienia 9,9218 MHz.

Ze względu na tłumienie kabla antenowego korzystne jest umieszczenie powielacza waraktorowego (w wersji 13 cm) w bezpośrednim sąsiedztwie anteny.

Na rys. 10 przedstawiono rozwiązanie najważniejszej części nadajnika – układu synchronizacji fazy (PLL). Szczegółowe omówienie możliwych rozwiązań generatorów i powielaczy na pasma mikrofalowe mogłoby stanowić temat oddzielnego opracowania, dlatego też zainteresowanych Czytelników odsyłam do odnośnej literatury. Wymagania stawiane VCO nie są zbyt wysokie: powinien on dostarczać moc kilka do ok. 10 mW, a zalecana przez autora czułość przestrajania wynosi ok. 3 MHz/V. Stopień dzielnika częstotliwości (US1) jest wykonany zgodnie z rozwiązaniem podanym przez producenta. Włączony na wyjściu dzielnika tranzystor T1 zapewnia uzyskanie sygnału o poziomach TTL. Następująca po nim bramka 7400 jest już tylko separatorem. Również sygnał odniesienia jest doprowadzany do dyskryminatora fazy przez bramkę separującą. Generator odniesienia nie wymaga w zasadzie szczegółowego omówienia. Możliwe są tu dowolne rozwiązania, np. generator wykonany na pozostałych dwóch bramkach NAND. Kondensator dostrojczy włączony w szereg z kwarcem umożliwia drobną korekcję częstotliwości generatora.

Sygnały modulujące VCO (wizja i podnośna fonii) są mieszane z sygnałem regulacji z dyskryminatora fazy na wyjściu filtra dolnoprzepustowego. Charakterystyka przenoszenia filtra musi być od-

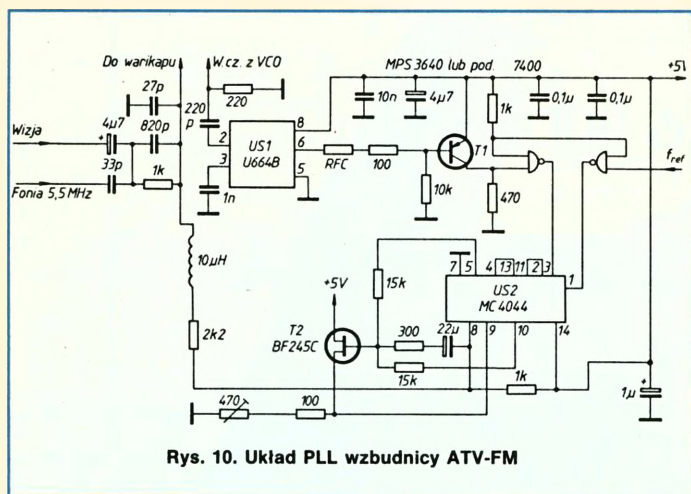


Rys. 9. Schemat blokowy wzбудnicy ATV-FM

powiednio dobrana, aby nie zostały one skompensowane przez sprzężenie zwrotne w pętli. Jeżeli jako najmniejszą częstotliwość sygnału wizyjnego przyjmij częstotliwość ramki 50 Hz (składowa stała może być odtworzona za pomocą odpowiedniego układu diodowego), a jako największą dyskretną częstotliwość podnośnej koloru 4,43 MHz, wówczas praktyczna szerokość pasma wizji wynosi ok. 50 Hz ÷ 4,5 MHz. Częstotliwość podnośnej fonii wynosi 5,5 MHz, dlatego też częstotliwość graniczna układu PLL może wynosić jedynie 50 Hz, a jednocześnie częstotliwości powyżej 6 lub 6,5 MHz powinny być stłumione, aby nie powodować dodatkowych zakłóceń. Dokonuje się tego za pomocą dodatkowego filtra o częstotliwości granicznej 6,5 MHz, włączonego bezpośrednio przed diodą waraktorową. W torze wizji powinien być zastosowany podany powyżej znormalizowany układ preemfazy. W układzie wzmacniacza wizji można zastosować, np. układ scalony  $\mu$  A733 lub NE592.

Regulacja dewiacji częstotliwości odbywa się przez zmianę wzmocnienia toru wizji. Szerokość pasma wizji może być też dodatkowo ograniczona do 5 MHz. W przypadku zastosowania innej częstotliwości podnośnej fonii (np. 6,5 MHz) częstotliwość graniczna pierwszego filtra dolnoprzepustowego powinna być odpowiednio większa. Korzystne jest też włączenie w torze fonii filtra zaporowego na częstotliwość 15 kHz, eliminującego zakłócenia pochodzące od sygnału odchylenia linii monitora lub odbiornika TV. W torze akustycznym jest stosowana standardowa preemfaza 50  $\mu$ s.

Bardziej rozbudowany tor formujący sygnały akustyczny i wizyjny



jest przedstawiony w nrze 1/1990 "UKW-Berichte". Podobnie jak w innych rodzajach pracy tak i w systemie telewizji amatorskiej są wykorzystywane stacje przekaźnikowe. Stacje takie są często wyposażone w kilka odbiorników pracujących w różnych kanałach wejściowych, a częstotliwość kanału wyjściowego mieści się najczęściej w pasmie 23 cm. Przykładem takiej stacji może być OE5XLL zainstalowana w Linzu. Jest ona wyposażona w odbiorniki: AM w pasmie 70 cm (częstotliwość nośna wizji 433,750 MHz, antena spolaryzowana poziomo, częstotliwość nośna fonii 144,750 MHz, FM, antena spolaryzowana pionowo) oraz FM w pasmie 13 cm (2415,000 MHz, podnośna fonii 6,5 MHz). W przypadku kolizji sygnałów

wejściowych pierwszeństwo ma sygnał odbierany w pasmie 13 cm. Oba odebrane obrazy po przetworzeniu na postać cyfrową są zapamiętane w pamięci RAM, a odczyt pozwala na ich odpowiednie nałożenie lub wmkosowanie jednego obrazu w drugi. Częstotliwość wyjściowa wynosi 1280,000 MHz, a sygnał jest nadawany z modulacją FM (podnośna fonii 5,5 MHz). Moc wyjściowa stacji wynosi ok. 50 W (w przyszłości 150 W), a antena o charakterystyce dookólnej jest spolaryzowana poziomo. Impulsy synchronizacji są regenerowane przez stację przekaźnikową co eliminuje w znacznym stopniu wpływ zakłóceń po stronie odbiorczej. Planowane jest także przełączanie stacji na wejście w pasmie 23 cm i wyjście w pasmie 70 cm (np. w ciągu dnia). Na uwagę zasługuje tu różnica standardu austriackiego w stosunku do standardu przyjętego w większości krajów. Częstotliwość nośna wizji stosowana w Austrii wynosi 433,750 MHz w odróżnieniu od częstotliwości 434,250 MHz stosowanej w większości krajów europejskich, a emisja fonii w pasmie 70 cm (byłoby to 439,250 MHz) wchodzi w kolizję z innymi służbami (system wywoławczy koncernu OMV) pracującymi w zakresie 439,100 ÷ 440,000 MHz i dlatego jest zabroniona. W innych krajach europejskich częstotliwość nośna fonii wynosi 438,750 MHz, co odpowiada standardowi CCIR stosowanemu w telewizji programowej na zachodzie. Obraz kontrolny złożony z pionowych kolorowych pasów może być wywołany przez wejście w pasmie 2 m. Przez OE5XLL nadawane są regularnie komunikaty poruszające oprócz problemów technicznych również problemy interesujące szersze grono amatorów, np. łączności satelitarne. W najbliższym czasie ma być uruchomiona stacja przekaźnikowa w Wiedniu pracująca w pasmach 13 cm (wejście) i 23 cm (wyjście). W obu pasmach będzie stosowana modulacja FM. Planowany jest również trzeci przekaźnik telewizyjny w Karyntii w rejonie Villach. □