

Jak zostać krótkofalowcem

15

Nawiązując do poprzedniego odcinka naszego cyklu, zajmiemy się konstrukcją prostego radionadajnika małej mocy oraz systemami promieniowania energii elektromagnetycznej.

Zaproponowany w majowym numerze „MT” układ jednolampowego nadajnika często używany jest w praktyce radioamatorskiej jako generator wzbudzający o sprzężeniu elektronowym. Ze względu na jego funkcję układ ten możemy traktować jako równoważny dwustopniowemu nadajnikowi.

Specyfiką tego układu jest praca członu generacyjnego z anodą uziemioną (dla prądów w.c.z. siatkę ekranową traktujemy jako anodę generatora).

Ponieważ jednak składowa zmienna prądu anodowego zasila jednocześnie i obwód wewnętrzny (generacyjny), to trudno traktować ten układ jako równoważny z dwulampowym.

Konstruowanie takiego dwuobwodowego nadajnika wymaga dokładnego ekranowania jednego obwodu od drugiego, a to dlatego, aby wykluczyć indukcyjne i pojemnościowe sprzężenia pasożytnicze pomiędzy nimi. Tylko spełnienie tego warunku umożliwia uzyskanie sprzężenia elektronowego przez pojemność wewnątrzelektrodową lampy (anoda-katoda), która dla pentod z uziemioną siatką ekranową wynosi 4–5 pF. W opisywanym eksperymentalnym nadajniku, podobnie jak w każdym urządzeniu wytwarzającym drgania w.c.z., ważną rzeczą jest prawidłowe rozmieszczenie podzespołów, zwłaszcza elementów obwodów rezonansowych, oraz zwrócenie uwagi na ich prawidłowe za-

ekranowanie. Zespół cewek obwodu rezonansowego wyjściowego L_1 i L_3 umieszczamy obok kondensatora strojenowego, cewka zaś układu generacyjnego L_4 znajduje się w kubku ekranującym (prostokątnym), a połączenia jej wyprowadzeń wykonane są pod płytą montażową.

Dzięki temu pojemności pasożytnicze między tymi obwodami zmniejszają się do minimum. W drugim kubku (okrągłym) umieszczono cewki dławika w.c.z., chociaż jego ekranowanie nie jest konieczne.

Na płycie czołowej są zamocowane: zacisk uniwersalny do anteny (starannie odizolowany), wyłącznik przyciskowy dla żarówki kontrolnej oraz pokrętła do strojenia obwodu anteny (cewka L_2) i agregatu kondensatorów. Wyłącznik przyciskowy składa się z jednej pary sprzężn stykowych (najlepiej od przełącznika telefonicznego), przekładek izolacyjnych oraz śrubek z nakrętkami M3. Sposób wykonania wyłącznika pokazano na rys. 1. Wyłącznik w pozycji roboczej ma styki zwarte, które bocznie żarówkę do masy, a po naciśnięciu przycisku następuje przepływ prądu antenowego przez żarówkę, która tylko w momencie dostrajania anteny spełnia rolę wskaźnika.

Drugim elementem uzupełniającym jest napęd do regulacji indukcyjności cewki (za pomocą rdzenia ferrytowego). Wykonamy go wykorzystując ośkę z gwintowaną tulejką, którą wymontujemy z uszkodzonego potencjometru. Przesuwanie rdzenia zapewnione jest przez linkę owiniętą na obwodzie kółka (mającego rowek), które jest osadzone na tej ośce. Wszystkie elementy mechaniczne wymagają starannego montażu, bo on decyduje o niezawodności ich funkcjonowania.

Przed próbą uruchomienia aparatu trzeba sprawdzić źródła zasilania oraz przygotować wkładkę mikrofonową (węglową typu MB — niskoomową). Do jej zasilania wystarczy bateria okrągła

1,5—3 V, którą łączy się szeregowo z wkładką i uzwojeniem pierwotnym transformatora. Baterię mikrofonową należy zamontować we wspólnej obudowie z wkładką mikrofonową. Transformator Tr/m może być użyty od telefonu, w którym uzwojenie niskoomowe łączymy z obwodem mikrofonu węglowego, wysokoomowe — w obwód trzeciej siatki lampy.

Zasilanie nadajnika lampowego wymaga zastosowania dwóch źródeł: niskonapięciowego 6,3 V (o mocy około 2 W) oraz wysokonapięciowego 200 do 300 V (o mocy około 0,3 W). Można je czerpać z odpowiedniego zasilacza.

W toku próby, przy uruchamianiu układu, najpierw kontrolujemy wartość prądu anodowego lampy. W tym celu trzeba włączyć miliamperomierz do jej obwodu zasilania. Miernik powinien wykazać wartość 16 do 18 mA. Jeżeli natężenie będzie znacznie odbiegało od podanej wartości, to staje się konieczne sprawdzenie poprawności połączeń układu i usunięcie usterki. Podane w opisie schematu ideowego wartości elementów obwodu rezonansowego umożliwiają uzyskanie dostrojenia do pasma 3,5 MHz, które trzeba skontrolować zgodnie z podanymi dalej wskazówkami.

Nadajnik ma dwa obwody rezonansowe strojone współbieżnymi kondensatorami zmiennymi C_6 i C_{16} . Mają one zwiększoną pojemność początkową przez dołączone równolegle kondensatory stałe (wyrównawcze): C_2 i C_{15} . Przyczyniają się one do zawężenia pasma wytwarzanych częstotliwości w tych obwodach (od 3,5 do 3,8 MHz). Dokładne zestrojenie obwodów (górną częstotliwość pasma) umożliwiają kondensatory stroikowe (trymery). Zasadniczym obwodem rezonansowym naszego radionadajnika jest tzw. wewnętrzny obwód generatora (L_4 , C_{10}), który steruje pracą stopnia wyjściowego (zewnątrznego), z obwodem L_3 , C_4 .

Wymienione elementy regulacyjne umożliwiają uzyskiwanie pasma robo-

czego 3,5—3,8 MHz. Ze względu na minimalną moc naszego eksperymentalnego nadajnika (około 300 mW) dostrojenie można przeprowadzić w pewnym przybliżeniu.

Trzeba jednak wspomnieć, że utrzymanie wyznaczonej częstotliwości roboczej danego pasma amatorskiego jest bardzo ważne. Zgodnie z obowiązującymi przepisami każda amatorska radiostacja winna być wyposażona w odpowiedni falomierz, zapewniający dokładność pomiaru wystarczającą do przestrajania w obrębie pasma, a zwłaszcza częstotliwości granicznych. Zadowalającą tolerancję zapewnia dopiero użycie falomierza o dokładności 0,02%. W praktyce amatorzy posługują się pomocniczym generatorem pracującym przy częstotliwości 3,5 MHz, w przypadku zaś bardziej rozbudowanych układów — dodatkowo generatorem na 100 kHz. Kalibrator kwarcowy tego typu umożliwia dokładne wyznaczenie granic obowiązującego pasma. W praktyce radioamatorskiej, poza tak dokładnymi pomiarami wykonuje się szereg pomiarów przybliżonych, z dokładnością do 1%, przy zastosowaniu falomierzy. Służą one do wstępnego zestrzajania obwodów nadajnika, filtrów itp.

W łączności radiowej ważnym elementem pośredniczącym w wysyłaniu i odbiorze fal elektromagnetycznych jest antena, a właściwie cały układ, do którego trzeba zaliczyć w poszczególnych przypadkach uziemienie lub przeciwwagę.

Musimy pamiętać, że od sprawności anteny zależy w zasadniczy sposób efektywność pracy całej stacji krótkofalowej. Antena nadawcza ma za zadanie wypromieniowanie w przestrzeń w postaci fali energii wielkiej częstotliwości dostarczonej przez nadajnik.

Z tego względu ogniwem decydującym o ostatecznym rezultacie pracy urządzeń radionadawczych jest cały system promieniowania.

Teoretyczne podstawy funkcjonowania tego systemu są jednak dosyć złożone, a poznawanie zjawisk zachodzących w układzie antenowym, przedstawionych w postaci opisu, zajęłoby nam zbyt wiele miejsca, z tego względu zajmiemy się tylko wybranymi zagadnieniami mającymi powiązanie z określonymi zadaniami praktycznymi. Na wstępie podajemy kilka podstawowych pojęć:

- 1) każda antena charakteryzuje się sprawnością, która wyraża się stosunkiem mocy wypromieniowanej do mocy doprowadzonej,
- 2) antena jest elementem rezonansowym i wymaga dostrojenia do częstotliwości prądów w.c.z. wytwarzanych przez nadajnik,
- 3) ze względu na stosunek długości anteny do długości fali wyróżnia się anteny półfalowe, ćwierćfalowe (anten półfalowe nazywane są dipolami).

Dla fal krótkich w pasmach amatorskich najczęściej stosowane są anteny wielopasmowe. Jest ich kilka typów. Rozpatrzyć założenia teoretyczne potrzebne do projektowania anteny wielopasmowej.

Stosuje się je często w praktyce amatorskiej, zapewniają one bowiem pracę na wielu zakresach bez wyraźnego pogorszenia się charakterystyki promieniowania i sprawności.

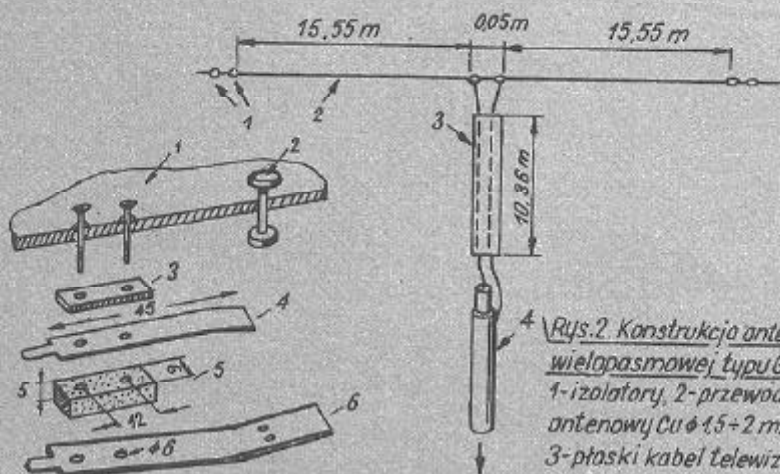
Przykładowo rozpatrzmy konstrukcję anteny tego typu opracowanej przez brytyjskiego krótkofalowca (znak G5RV), która pracuje poprawnie na wszystkich pasmach amatorskich, oczywiście tylko w zakresie fal krótkich. Daje ona charakterystykę kierunkowości na 80 m dookólną, zaś na 40 m w kształcie typowej ósemki. Antenę tworzą dwa jednakowe przewody długości 15,55 m rozdzielone izolatorami (odległość końcówek 0,05 m). Do utworzonego z dwóch przewodów dipola dołącza się w jego środkowej części odcinek symetrycznej linii dwuprzewodowej. Można ją wykonać z symetrycznego kabla telewizyjnego,

który musi mieć 10,36 m długości. W dolnej części zasilającej dołączony jest dalszy odcinek koncentrycznej linii kabla, dowolnej długości, połączony już wprost z wyjściem nadajnika (rys. 2). W układzie wyjściowym nadajnika stosuje się niesymetryczny filtr typu „ π ”. Antena tego typu jest szeroko stosowana przez krótkofalowców i szczególnie przydatna w miejskich warunkach wskutek ograniczenia zakłóceń, które mogą docierać do anteny. Warto nadmienić, że antena tego rodzaju jest stosowana w radiostacji nadawczej P5PWA w Domu Młodego Technika.

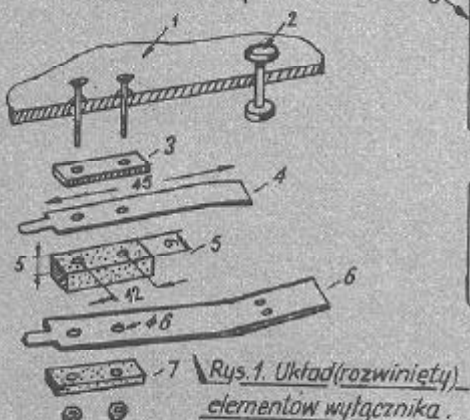
Znane są i inne typy bardziej złożonych anten szerokopasmowych, np. dipol Nadienienki, który jednak wymaga użycia znacznej ilości materiałów, potrzebne są także mocne wsporniki wytrzymujące znaczny ciężar anteny i silne parcie wiatru.

W praktyce amatorskiej często stosuje się anteny kierunkowe. Cenną zaletą anten tego typu jest możliwość uzyskania zwiększonego promieniowania właśnie z anteny, gdyż moc nadajników amatorskich zawsze jest ograniczona warunkami licencji. Antena kierunkowa, jak sama nazwa wskazuje, jest układem promieniującym silniej w jednym kierunku przez skupienie energii, która przy innych rozwiązaniach częściowo rozpraszana się w wielu kierunkach. Efekt kierunkowości nazywany jest „zyskiem antenowym”, a może być osiągnięty wyłącznie przez odpowiednią konstrukcję anteny. Ponadto, stosowanie anten kierunkowych umożliwia uzyskanie charakterystyki promieniowania pod niewielkimi kątami do poziomu, co przyczynia się do poprawienia zasięgu łączności.

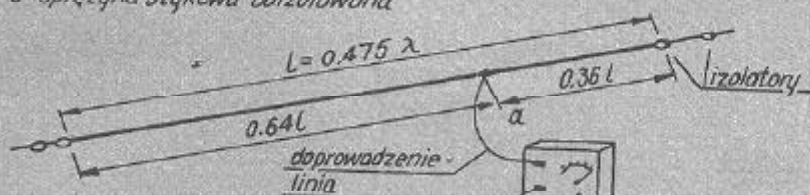
Zaletą tych anten jest również prostota konstrukcji i niewielki koszt materiałów. Pewną trudność może sprawiać zawieszenie długiej anteny w warunkach miejskich. Najlepsze wyniki daje antena zawieszona w przestrzeni niezabudowanej.



Rys. 2. Konstrukcja anteny wielopasmowej typu G5RV.
1-izolatory, 2-przewód antenowy $Cu \phi 1.5 + 2 \text{ mm}$, 3- płaski kabel telewizyjny $z = 240 - 300 \Omega$, 4- kabel koncentryczny $z = 60 + 75 \Omega$.



Rys. 1. Układ (rozwinięty) elementów wyłącznika.
1- płytki montażowa, 2- przycisk metalowy, 3- przekładka metalowa, 4- sprężynka stykowa piaska, 5-7- przekładki izolacyjne, 6- sprężyna stykowa odizolowana



Rys. 3. Konstrukcja niesymetrycznego dipola poziomego.

Rys. 4. Działanie anteny kierunkowej typu „pochyły promień”, długość przeciwwagi wynosi 0,3 do 0,5 lambda (długości fali roboczej), długość anteny wynosi 0,5 lambda.

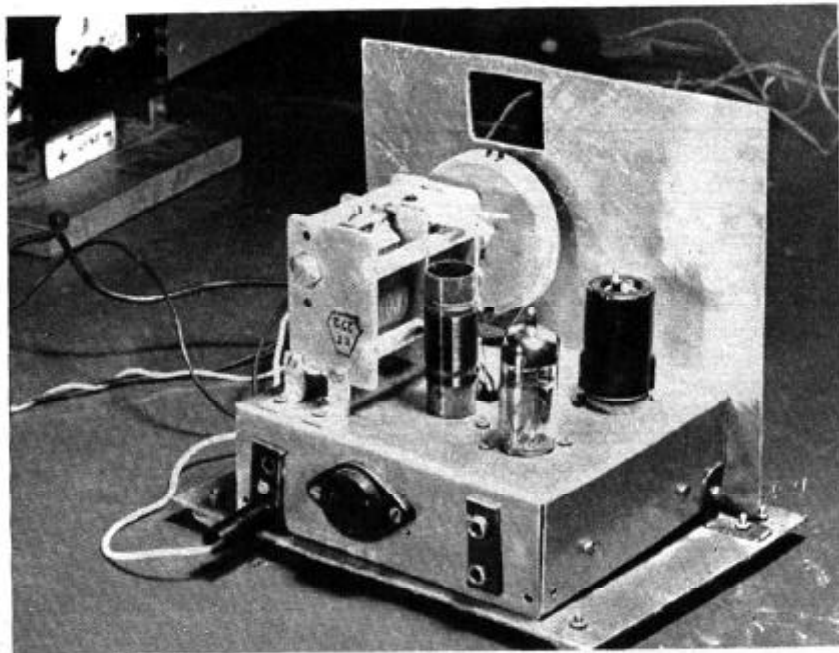


Anteny kierunkowe są zazwyczaj dipolami niesymetrycznymi, współpracującymi w systemie promieniowania z uziemieniami lub przeciwwagami. W niesymetrycznych dipolach zasilanie odbywa się za pomocą jedнопроводowej linii antenowej. Linia zasilająca, czyli doprowadzenie, powinna zasilać dipol niesymetryczny falą bieżącą. Zachowanie tego warunku nastąpi wówczas, gdy oporność promieniowania dipola anteny będzie dopasowana do oporności falowej linii. Uzyskuje się to przez dobór punktu włączenia linii do przewodu dipola niesymetrycznego. Konstrukcję takiego dipola wraz z danymi liczbowymi widzimy na rys. 3. Z obliczeń wynika, że punkt włączenia (a) należy dobrać w odległości $= 0,36 l$ od jednego z końców dipola (l — całkowita długość anteny). W takich warunkach powstaje w linii fala bieżąca, która zasilą dipol promieniujący (antnę właściwą) z minimalnymi stratami. Antnę omawianego typu charakteryzuje kierunkowość prostopadła do osi dipola.

Antena musi być zawieszona na wysokości 8 do 15 m. Dzięki temu uzyskujemy równomierne promieniowanie w płaszczyźnie pionowej, które przyczynia się do uzyskiwania dalekich zasięgów kosztem fali przestrzennej odbitej od jonosfery.

Do pracy na falach krótkich w warunkach połowych (obozy letnie) stosuje się anteny typu „pochyły promień”, gdyż zainstalowanie jej nie przedstawia większych trudności. Najefektywniej antena ta promieniuje w kierunku zgodnym z osią przeciwwagi. Kierunkowość tej anteny jest odwracalna, czyli uzyskujemy wzmocniony sygnał odbierany. „Pochyły promień” przy długości przewodu anteny 19,8 m może skutecznie pracować na pasmach 80, 40, 20 i 10 m. Dla dostrojenia anteny można zastosować kondensator zmienny (475 pF — powietrzny). Właściwe dostrojenie anteny umożliwia sprawdzenie neonówką (wskaźnik napięciowy) podłączoną do dolnego końca anteny, w którym występuje strzałka napięcia i węzeł prądu.

Odbiornik nasłuchowy w układzie 0-V-1, zbudowany z lampami EF 184 i ECF 82 na pasmo 3,5 MHz





Marek Kulig — uczestnik DMT, podczas nasłuchu z własnoręcznie zbudowanego odbiornika krótkofalowego

Schematyczne rozmieszczenie elementów anteny kierunkowej typu „pochyły promień” pokazano na rys. 4.

Ważnym członem systemu promieniowania przy wykorzystaniu anten dostosowanych do niesymetrycznych układów wyjściowych jest uziemienie. Przyczynia się ono do zmniejszenia strat energii. Ze względów elektrycznych od uziemienia wymaga się oporności bliskiej zeru. Dobre uziemienie winno spełniać warunki uziemienia typu klasycznego. Składa się ono z płyty przewodzącej (blacha ocynkowana lub mosiężna) o czystej powierzchni oraz doprowadzenia wykonanego z grubej linki miedzianej lub ocynkowanej.

Doprowadzenie łączy się z płytą uziemiaczą za pomocą zacisku śrubowego (ocynkowanego) lub przez spawanie i zabezpieczenie spoiny lakierem asfaltowym, który zapobiega korozji złącza.

Głębokość uziemienia zależy od rodzaju gruntu, pożądane jest tak głęboko zakopanie płyty uziemiaczej, aby sięgała ona do wody podziemnej.

W miejskich warunkach zamiast uziemienia klasycznego stosuje się uziemienia zastępcze przez podłączenie do rur wodociągowych. Rura wodociągowa powinna być dokładnie oczyszczona w miejscu przyłączenia przewodu.

Z dokonanego przeglądu systemów promieniujących stosowanych w radiostacjach amatorskich wynika, że dla uzyskania dobrych wyników w łączności za pomocą fal elektromagnetycznych antena i uziemienie odgrywają istotną rolę. Rozumienie funkcji tych urządzeń pozwala na świadome dobieranie i projektowanie najważniejszych urządzeń konstrukcyjnych.

Mgr inż. Witold Kozak

Uzupełnienie

W zamieszczonym w 13 odcinku cyklu pt. „Jak zostać krótkofalowcem” (MT, 4/75) opisie odbiornika krótkofalowego zabrakło danych cewek obwodów rezonansowych.

Dla częstotliwości pasm amatorskich 3,5 MHz cewka siatkowa ma 27 zwojów nawiniętych drutem DNE \varnothing 0,35—0,4 mm, cewka antenowa — 12 zwojów DNE \varnothing 0,35—0,40 mm, cewka reakcyjna — 8 zwojów DNE \varnothing 0,15 mm.

Dla częstotliwości 7,0 MHz: siatkowa — 15 zwojów, antenowa — 7 zwojów, reakcyjna — 5 zwojów. Średnica drutu nawojowego jest taka sama jak dla cewek na 3,5 MHz.

Za przeoczenie tak ważnych parametrów przepraszamy Czytelników.