

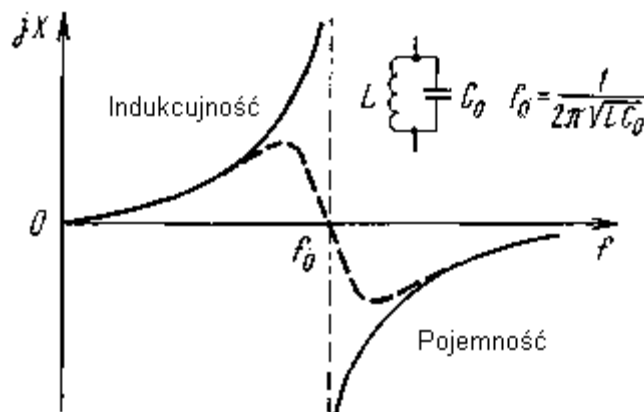
BALUN czy nie BALUN ?

Włodzimierz Poljakow (RA3AAE)

W jednym z numerów czasopisma Radio (z roku 2001) opisano proste urządzenie symetryzujące (BALUN) w postaci buchtę kabla, sklejonej taśmą izolacyjną [1]. Przeznaczenie urządzenia – przeszkodzić przepływowi prądu w.cz. po zewnętrznej powierzchni ekranu celem osłabienia antenowo – fiderowego efektu [2]. Jest ono bardzo proste w wykonaniu i podłączeniu, jednak czy jest w stanie sprostać wyżej wymienionym wymaganiom ?

Przypatrzmy się mu. BALUN powinien mieć dużą oporność dla prądów w.cz. płynących po ekranie bez przerywania obwodu dla prądu stałego, tzn. powinien być dławikiem. Cewki indukcyjne, wykorzystywane w charakterze dławików, wykonywane są zgodnie ze znanymi zasadami : dążenie do otrzymania maksymalnej indukcyjności przy minimalnej pojemności własnej, wykorzystując cewkę z odczepami i pewnym skokiem. Często szerokopasmowe dławiki wykonywane są tak : od początku („gorącego” końca) robimy uzwojenie z dużym skokiem, potem z mniejszym, a na końcu zwoj przy zwoju.

Pojemność własna dławika C_0 z jego indukcyjnością L stanowią równoległy obwód oscylacyjny (rys.2), którego częstotliwość rezonansowa f_0 jest tym wyższa im mniejsza pojemność. Na częstotliwościach wyższych od f_0 dławik ma oporność pojemnościową, szybko zmniejszającą się ze wzrostem częstotliwości, a to znaczy, że przestaje wypełniać swoją funkcję.



Rys. 1

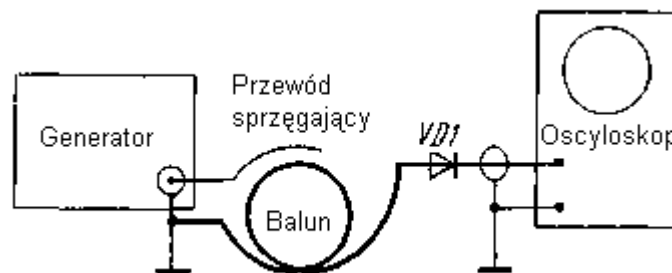
Linia ciągłą na wykresie (rys.1) pokazana jest zależność pozornej oporności dławika od częstotliwości dla idealnej cewki o nieskończonej dobroci. Straty w rzeczywistej cewce obniżają dobroć, a krzywa załamuje się przyjmując kształt linii przerywanej. Pojawia się też składowa czynna R , która osiąga maksymalną wielkość na częstotliwości rezonansowej i jest równa r_0 , gdzie $r = (L/C_0)^{1/2}$ – oporność charakterystyczna. Stąd wiadomo, że dla zwiększenia oporności dławika należy za wszelką cenę zwiększać jego indukcyjność z jednoczesnym zmniejszaniem jego pojemności własnej.

Teraz wróćmy do naszego BALUNA.

Kabel, zwinięty w buchtę, osiąga pojemność własną na poziomie kilku dziesiątek pF/m. Oznacza to, że taka buchtka nie będzie dławikiem, a raczej obwodem oscylacyjnym o określonej częstotliwości rezonansu. Nawinięcie jak największej ilości zwoi w buchtce (dla zwiększenia indukcyjności) może doprowadzić do zupełnie odwrotnego rezultatu : częstotliwość rezonansowa okaże się niższa od roboczej, balun będzie się zachowywał jak kondensator, w którym wraz ze zwiększeniem liczby zwoi oporność pojemnościowa będzie się obniżać.

W celu sprawdzenia założeń teoretycznych wykonano proste stanowisko pomiarowe (rys.2), składające się z generatora sygnałów i oscyloskopu. Balun położono wprost na drewnianym stole i podłączono jednym końcem oplotu kabla do obudowy (masy) generatora, a drugim końcem podłączono do diody detekcyjnej i dalej, do wejścia oscyloskopu (wej. niskoczęstotliwościowe). Żyłą

środkowa nie była wykorzystana. Sygnał z generatora, zmodulowany amplitudowo, doprowadzony został do baluna przez sprzężenie go odcinkiem izolowanego przewodu o długości około 10 cm. W ten sposób pojemność buchy kabla nie została zwiększona. Pojemność diody to kilka pF – do pominięcia.



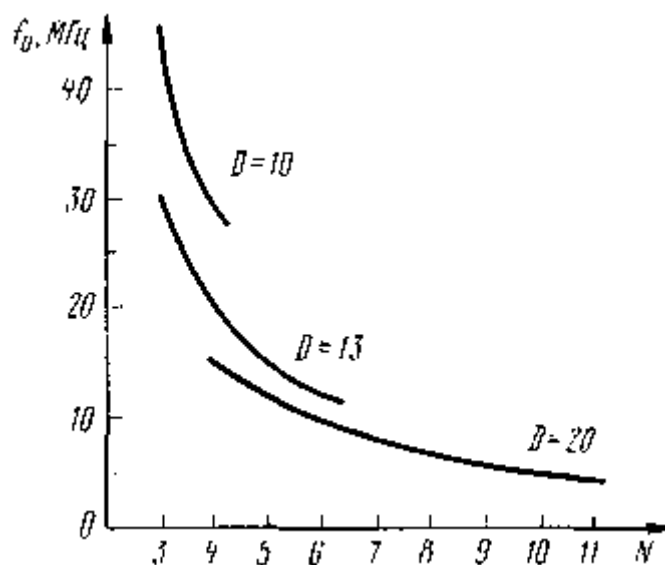
Rys.2

Rezonans był od razu widoczny przez szybki wzrost składowej stałej i amplitudy sygnału modulującego na wejściu oscyloskopu.

Dobroć cewki (buchty kabla) okazała się wcale nie mała – od 30 do 60 - w zależności od gatunku kabla. Częstotliwość rezonansowa f_0 , zgodnie z oczekiwaniem, zależała od ilości zwoi N i średnicy buchy D . Wyniki kilku pomiarów dla kabla PK-75-4-11 (zewnętrzna średnica izolacji 7,3 mm; średnica mierzona na oplocie 5 mm; średnica żyły wewnętrznej 0,72 mm) przedstawione są w tablicy poniżej.

D, cm	10	10	13	13	13	20	20	20	20
N	3	4	3	5	6	4	8	11	17
f_0 , MHz	44	28	28	14	12	14	6	4	2

Wyniki należy traktować jako przybliżone. Częstotliwość rezonansowa będzie zależała od rozmieszczenia zwoi, obecności otaczających przedmiotów i innych czynników. Według danych zgromadzonych w tabeli sporządzono wykresy zależności częstotliwości rezonansowej od ilości zwoi (rys.3). Podpowiedzą one, przy jakiej maksymalnej ilości zwoi balun jest jeszcze dławikiem.



Rys. 3

Dla porównania, w jednym z eksperymentów w miejsce buchy ($D=20$ cm, $N=11$) ten sam kabel o długości 7 m był nawinięty na rurę PCV o średnicy 10 cm. Powstała w ten sposób cewka miała 20

zwoi przy długości nawinięcia 15 cm. Częstotliwość rezonansowa wzrosła z 4 do 7 MHz, a dobroć z 30 do 65. Widać wyższość tradycyjnego wykonywania cewek !

Tak więc co robić ? Najprościej zrobić będzie Balun w formie buchy dla anteny jednopasmowej – co sprowadza się do nastrojenia jej (buchty – cewki) do rezonansu na częstotliwości roboczej poprzez dobór średnicy i liczby zwoi. Wówczas będzie możliwe uzyskanie maksymalnie wysokiej oporności, a co za tym idzie i efekt osłabienia prądów w oplotcie też będzie maksymalny.

Dla balunów szerokopasmowych częstotliwość rezonansową należy dobrać tak, żeby była jak najbliższa górnej częstotliwości roboczego zakresu pracy anteny. Dla częstotliwości niższych od rezonansowych oporność indukcyjna baluna można obliczyć znając indukcyjność L :

$$X_i = 2\pi f L$$

Można też skorzystać z dokładniejszych wzorów opisujących całkowitą impedancję równoległego obwodu rezonansowego [3]. Przy obniżeniu częstotliwości balun przestanie, przykładowo, pracować na tej częstotliwości, gdzie jego oporność indukcyjna okaże się równa oporności falowej kabla, rozpatrywanego jak przewód w swobodnej przestrzeni, którego średnica jest równa średnicy oplotu - (400...600 Ω).

Na zakończenie przedstawię kilka znanych wzorów [3]. Mogą się przydać tym, którzy będą eksperymentować albo obliczać podobne „ustrojstwa” :

- Długość kabla w buchcie łatwo możemy obliczyć w/g wzoru $l = nDN$.
- Indukcyjność obliczymy według takiego wzoru : $L = 2\pi N^2 D [\ln(8D/d) - 2]$.
- Średnicę buchy D i zewnętrznego oplotu kabla d podajemy w [cm], a indukcyjność otrzymujemy w [nH] (nanohenrach).
- Dobroć zmienia się w/g krzywej rezonansowej $2df$ na poziomie 0,7 od maksymalnego $Q = f_0/2df$. Pojemność własną C_0 baluna trudno wyliczyć, ale można ją znaleźć eksperymentalnie. Jeżeli do wyprowadzeń dołączymy kondensator o znanej pojemności, to częstotliwość rezonansowa obniży się i będzie wynosiła f_1 . A wtedy :

$$C_0 = C / [(f_0/f_1)^2 - 1]$$

Posługując się tymi wzorami ustalono (przykładowo), że : indukcyjność buchy, gdzie $D = 10$ cm, $N = 4$ wynosi 3,2 μH, a pojemność własna 10 pF. Daje to częstotliwość rezonansową 28 MHz, co zgadzało się z częstotliwością zmierzoną.

Literatura :

1. Balun из фидера. - Радио, 2001, № 10, с.65.

2. Гречихин А., Проскуряков Д. Антенный эффект фидера. - Радио, 2000, № 12, с. 56 - 58; 2001, № 1, с. 64 - 66; № 3, с. 67.

3. Гинкин Г. Г. Справочник по радиотехнике. -М..Л.: ГЭИ, 1948.

Radio, 2002 r., № 1, s.65.

Tłumaczenie : SPIVDV

sp1vdv@wp.pl