

Ian White GM3SEK

W praktyce. (RadCom 12/2009)

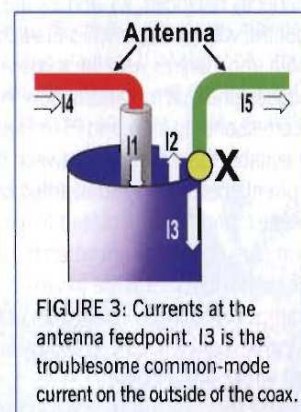
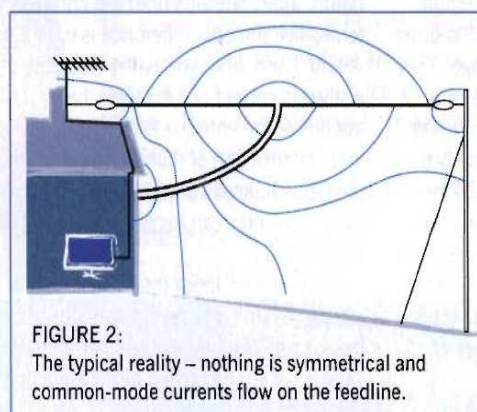
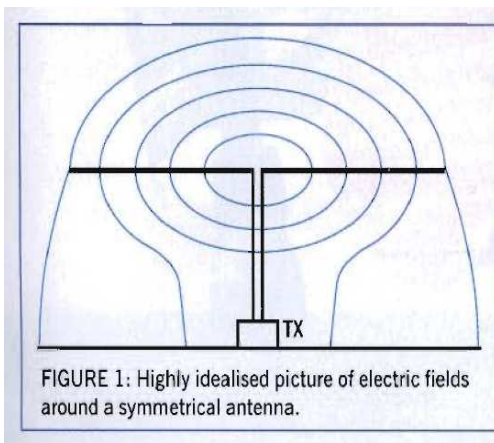
Baluny napięciowe kontra baluny prądowe – jest tylko jeden zwycięzca.

Pytanie: Czy mógłbyś powiedzieć więcej o balunach napięciowych i prądowych? Jaka jest między nimi różnica?

Odpowiedź: Są dwa różniące się podstawowo rodzaje balunów (skrót od transformator symetryczno-niesymetryczny [balanced-unbalanced]) - balun napięciowy i balun prądowy. Na pierwszy rzut oka obydwa wykonują to samo, ale bliższe przyjrzenie się pokazuje, że jednak niezupełnie. Tylko jeden rodzaj balunów rzeczywiście wykonuje to co jest potrzebne w zastosowaniach antenowych, drugi rodzaj może sytuację nawet pogarszać.

Nieidealny świat.

Często można spotkać idealnie „symetryczną” antenę w książkach, ale nigdy takiej nie spotkasz w rzeczywistości. Idealna symetria jest tylko teoretycznym założeniem, wysoce nienaturalnym stanem który jest niemożliwy do osiągnięcia w rzeczywistości i daremne są starania, aby nawet się do niej przybliżyć. **Rysunek 1** pokazuje, że naprawdę symetryczna antena wymaga symetrii geometrycznej nie tylko w samej antenie i linii jej zasilającej, ale w polu elektromagnetycznym anteny. Pole to oddziałuje ze wszystkimi obiektami znajdującymi się w pobliżu, tak więc wymagania idealnej symetrii dotyczą także otoczenia anteny. To jest stanowczo za duże wymaganie. **Rysunek 2** jest przykładem jak pole rzeczywistej anteny może być zniekształcone przez obiekty w pobliżu takie jak budynki, metalowe maszty i niesymetrycznie prowadzona linia zasilająca. Zauważ ponadto, że ani antena pionowa ani zawieszona pod kątem (sloper) nie może być idealnie symetryczna, po prostu dlatego, że jeden koniec anteny jest bliżej ziemi niż drugi.



Jeżeli pola elektromagnetyczne w otoczeniu anteny są niesymetryczne, to tak samo wszystkie napięcia i prądy wzdłuż przewodów anteny będą niesymetryczne i możemy się spodziewać, że nierówne napięcia i prądy będą występowały w punkcie zasilania anteny. Niesymetryczne pola będą powodowały zakrzywienie charakterystyki promieniowania anteny, co może być niezauważalne w praktyce, ale nierówne prądy w punkcie zasilania anteny spowodują pojawienie się prądu asymetrii w.cz. płynącego po zewnętrznej powierzchni linii zasilającej (fidera). Prowadzić to może do wielu problemów, które na pewno zauważysz, takich jak sprzężenie zwrotne w.cz. (zniekształcenia audio) i interferencje podczas nadawania oraz zwiększony poziom szumów przy odbiorze. Wszystkie te problemy można rozwiązać, ale tylko jeżeli pozbedziemy się „myślenia życzeniowego” [wishful thinking] o symetrycznych antenach i spojrzymy co tak naprawdę się dzieje. Prąd asymetrii jest czymś na czym powinniśmy się skupić. Jeżeli się pojawia powoduje promieniowanie linii zasilającej (w efekcie stającej się niepożądaną częścią anteny), a prąd asymetrii szuka drogi do ziemi przez sprzęt krótkofalarski, instalację elektryczną w mieszkaniu, linie TV i telefoniczne i każdą inną możliwą sposobność. Większość naszych instalacji elektrycznych jest mocno „zaśmiecona” zakłóceniami elektrycznymi emitowanymi przez urządzenia używane w domu i zakłócenia te mogą przenikać w drugą stronę, przechodząc po zewnętrznej części oplotu linii zasilającej (fidera) do odbiornika radiostacji. Bardzo dużo stacji amatorskich cierpi z powodu „Syndromu wadliwej instalacji” – interferencji podczas nadawania i dużego poziomu szumu przy odbiorze – ponieważ krótkofalowcy nie rozumieją problemu prądu asymetrii i nie wiedzą jak się z nim uporać.

Rozwiązanie jest w rzeczywistości dosyć proste. Prąd asymetrii pojawia się w linii zasilającej głównie w miejscu podłączenia linii do zacisków anteny i reszta niniejszego artykułu wyjaśni jak dobry balun może nas zabezpieczyć przed jego pojawieniem się. Problem prądu asymetrii występuje też w wyniku sprzężenia elektromagnetycznego (*pomiędzy anteną a linią zasilającą*), ale może być rozwiązany w podobny sposób.

Punkt zasilania anteny.

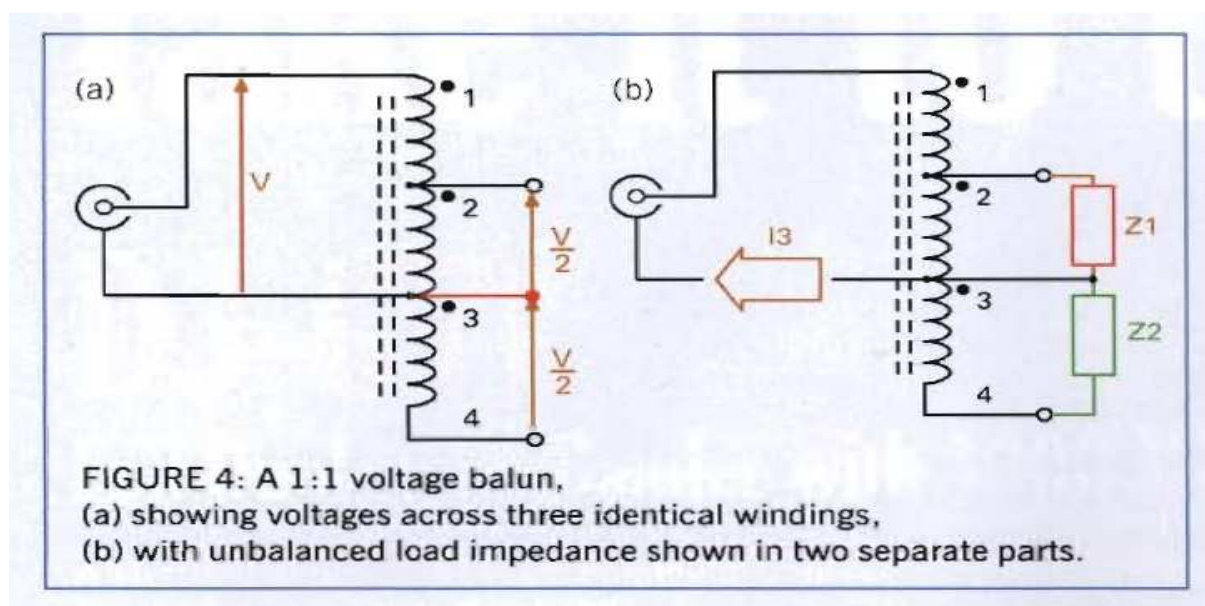
Punkt zasilania anteny jest miejscem, w którym pojawia się prąd asymetrii. Energia w.cz. dostarczana jest z nadajnika koncentryczną linią zasilającą, która jest całkowicie odizolowana od świata zewnętrznego. Odizolowanie to wynika z efektu naskórkowego, który wymusza przepływ prądu w.cz. po powierzchni przewodnika. Energia w.cz. wewnątrz linii koncentrycznej nie może się przedostać poprzez oplot (ekran) kabla i pozostaje wewnątrz linii aż osiągnie punkt zasilania anteny. To jest miejsce w którym ekran kabla się kończy i zaczynają się kłopoty. Tten sam efekt naskórkowy stwarza drogę dla prądu w.cz. i umożliwia przejście na zewnętrzną powierzchnię ekranu i przepływ prądu w dół do nadajnika. Ten niepożądany prąd asymetrii zaznaczony jest jako I₃ na **rysunku nr 3**. I₁ i I₂ są normalnymi prądami płynącymi w linii koncentrycznej, I₁ w żyłę środkowej kabla, I₂ po wewnętrznej powierzchni oplotu kabla (ekranie). Mocno sprzężone pola wewnątrz kabla powodują, że I₁ i I₂ są zawsze równe i mają przeciwne kierunki, czyli $I_1 = -I_2$. I₄ i I₅ są prądami płynącymi w obydwu ramionach anteny i powinny być równe ale często nie są. Należy zauważyć, że $I_4 = I_1$ ponieważ są to dwa różne oznaczenia tego samego prądu. Punkt X na **rysunku 3** jest punktem połączenia trzech różnych przewodów – wnętrza oplotu (ekranu), zewnątrz oplotu (ekranu) i

prawego ramienia anteny. Całkowity prąd dopływający o punktu X jest równy całkowitemu prądowi wypływającemu z tego punktu, tak więc uwzględniając kierunek prądu możemy napisać $I_5 = I_2 - I_3$. W efekcie otrzymujemy $I_3 = I_4 - I_5$. Lub mówiąc prosto jeżeli prądy w ramionach anteny są nierówne z dowolnego powodu różnica pomiędzy tymi prądami pojawi się jako prąd asymetrii płynący po zewnętrznej powierzchni oplotu. Oto dlaczego problemy pojawiają się zawsze w punkcie zasilania anteny.

W teoretycznym przypadku idealnie symetrycznej anteny I_4 jest dokładnie równe I_5 co oznacza, że I_3 równa się zero – ale tak jest tylko w teorii! Jeżeli jest najmniejszy ślad asymetrii I_4 i I_5 nie są równe i pojawia się prąd asymetrii I_3 . Dokładniejsza analiza pokazuje, że jest to zawsze prawda. Nawet jak używany jest balun. Celem stosowania baluna jest doprowadzenie do zmniejszenia różnicy pomiędzy prądami I_4 i I_5 , a przez to zmniejszenie prądu I_3 ... ale niektóre baluny są lepsze od innych.

Balun napięciowy.

Tradycyjny balun napięciowy przedstawiony jest na **rysunku 4a**. Jest wiele różnych możliwych wariantów. Przedstawiony na rysunku jest autotransformatorem z trzema identycznymi uzwojeniami (tryfilarne) połączonymi szeregowo i w fazie.



Żeby zobaczyć jak działa ten balun wyobraź sobie, że między uzwojeniami 1-2 i 2-3 jest przyłożone napięcie V . Napięcie jakie odłoży się na każdym z uzwojeń jest równe $V/2$. Wyjście symetryczne baluna jest pomiędzy zaciskami 2 i 4 i napięcie na tych zaciskach wynosi $V/2 + V/2 = V$ (symetryczne względem odczepu 3). Ponieważ napięcie wyjściowe równe jest napięciu wejściowemu jest to balun 1:1 (bez transformacji impedancji).

Rysunek 4b zawiera dołączoną impedancję obciążenia (impedancja anteny) narysowaną jako dwie oddzielne impedancje $Z1$ i $Z2$ po obydwu stronach odczepu 3. Jeżeli antena nie jest idealnie symetryczna $Z1$ i $Z2$ są nierówne. Balun napięciowy usiłuje ciągle zasilać obydwie impedancje takim samym napięciem. Powoduje to przepływem nierównych prądów w $Z1$ i $Z2$ (odpowiednio I_4 i I_5 na **rysunku 3**) i w sposób nieunikniony różnica pomiędzy tymi prądami pojawia się jako niepożądany prąd asymetrii I_3 . Tak więc zamiast zredukować prąd asymetrii kiedy obciążenie jest asymetryczne

balun napięciowy w zasadzie wspomaga przepływ tego prądu. Zasilanie niesymetrycznej anteny symetrycznym napięciem jest z pewnością złym rozwiązaniem. Baluny napięciowe czasami wydają się działać poprawnie, ale tylko wtedy kiedy obciążenie jest w zasadzie symetryczne. Ale nawet wtedy pojawiają się problemy związane z przepływem nadawanej mocy przez sprzężenie przez strumień magnetyczny i dobór materiału na rdzeń jest dosyć krytyczny. Ponadto baluny napięciowe stanu niedopasowania impedancyjnego.

Balun prądowy.

Balun prądowy bezpośrednio oddziałuje na prawdziwy problem ,niepożądany prąd asymetrii , i przez to pomaga poprawić symetrię anteny. **Zdjęcie 1** pokazuje najprostszy rodzaj baluna prądowego pomagając go zrozumieć. Jest to po prostu pewien odcinek kabla koncentrycznego zwinięty tworząc dławik w.cz.



Takie nawinięcie nie ma wpływu na prądy I_1 i I_2 przepływające wewnątrz kabla, ale dławik stanowi dużą impedancję na drodze prądu asymetrii I_3 zmniejszając wartość tego prądu i redukując problemy z nim związane. Inną korzyścią ze zmniejszenia prądu I_3 jest wymuszenie wyrównania prądów I_4 i I_5 co przekłada się na polepszenie symetrii anteny. Balun prądowy nie może oczywiście całkowicie usunąć efektów asymetrycznej instalacji antenowej, ale robi bardzo dużo w tym kierunku. Dla kontrastu – balun napięciowy robi bardzo mało albo nic ponieważ z zasady działania nie działa we właściwy sposób.

Nawet jeżeli prąd asymetrii jest zdławiony przez balun w punkcie zasilania to w praktyce ma

tendencję do pojawiania się ponownego w linii zasilającej dalej od punktu zasilania w wyniku sprzężenia elektromagnetycznego. W trudnych przypadkach możesz być zmuszony do dodania kolejnych dławików w niektórych miejscach, na przykład przy wejściu linii zasilającej do budynku. Nie ma różnicy pomiędzy dławikiem w linii zasilającej a balunem prądowym z wyjątkiem miejsca zainstalowania (o dławiku mówimy w dowolnym miejscu zainstalowania, balun jest tylko przy zaciskach anteny). Projektowanie i budowa balunów prądowych oraz dławików są głównym tematem przedstawionym w dokumencie K9YC [http://tinyurl.com/inpractice]. Informacje o wadach balunów napięciowych i zaletach balunów prądowych są dostępne od wczesnych lat 1990, kiedy te dwa terminy pojawiły się w artykułach Roya Lewallena W7EL w artykule „Baluny: Co one robią i jak to robią” [„Baluns: What They Do and How They Do It”]. Artykuł nie zyskał należytej mu popularności, stąd też ważne informacje nie dotarły do świadomości krótkofalowców. Artykuł dostępny jest w Internecie [http://tinyurl.com/inpractice] i jest wysoce zalecaną lekturą.

Podsumowanie.

Dla większości zastosowań antenowych balun prądowy jest właściwym wyborem. Odkąd W7EL kazał nam odrzucić przestarzałe poglądy trudno jest uwierzyć, że jest powód dla którego baluny napięciowe mogą być bardzo dobre. Znajdują one zastosowanie w specyficznych zastosowaniach antenowych, ale nawet wtedy balun napięciowy powinien być używany w połączeniu z balunem prądowym, aby pozbyć się prądu asymetrii.

Tłumaczenie SP6RGB