

## Jak obliczyć uzwojenie cewki?

Jest to problem, który gnębi wielu radioamatorów. Często zdarza się, że budując urządzenie elektroniczne nie możemy wykonać cewek tak, jak podano w opisie, na przykład z braku odpowiednich rdzeni. Zdarza się także, że mając w swoich zbiorach nietypowe rdzenie, cewki, transformatory czy filtry zastanawiamy się, jak je dostosować. Oto kilka rad ułatwiających to zadanie.

Najpierw musimy wiedzieć, jaką rolę pełni dana cewka lub zespół cewek w urządzeniu. W zasadzie mamy tu pięć możliwości: może to być transformator sieciowy, transformator małej częstotliwości, transformator wielkiej częstotliwości, dławik lub obwód rezonansowy. Omówimy po kolei te przypadki.

Projektowanie transformatorów sieciowych jest łatwe i było wiele razy omawiane także na łamach „Młodego Technika”. Pominiemy więc rozważania na ten temat.

W przypadku transformatora małej częstotliwości, decydując się na zmiany w danych konstrukcyjnych, musimy spełnić następujące warunki:

1) przekładnia transformatora, tj. stosunek liczby zwojów uzwojeń, musi być zachowana dokładnie,

2) indukcyjności uzwojeń powinny pozostać takie same. Na ogół mogą one ulec niewielkiemu zwiększeniu bez szkody dla pracy urządzenia lub nawet z korzyścią dla jego parametrów,

3) moc, jaką może przenieść transformator, musi być równa lub większa od założonej.

Dwa ostatnie warunki oznaczają, że w praktyce do wykonania transformatora można użyć rdzenia o

rozmiarach nie mniejszych niż podane w opisie. Dotyczy to przekroju jego środkowej kolumny. Jeśli rozmiary rdzenia są zbliżone, a rodzajem blachy rdzenia taki sam, liczby zwojów nie trzeba zmieniać. Do wykonania transformatorów zaprojektowanych na rdzeniach z nowoczesnych, wysokiej jakości blach permalojowych nie można używać rdzeni ze zwykłej blachy żelazokrzemowej. Rdzeń z takiej blachy musiałby być wielokrotnie większy i transformator należałoby zaprojektować od początku.

Srednice drutów zastosowanych do nawinięcia uzwojeń można zwiększyć, jeśli jest miejsce na szpuli transformatora. Nie należy ich natomiast zmniejszać.

W zasadzie powyższe wskazówki dotyczą także transformatorów wielkiej częstotliwości, z tą różnicą, że nawijane są one zazwyczaj na rdzeniach ferrytowych. Jeśli nie mamy rdzenia podanego w opisie, należy zastosować rdzeń o podobnym kształcie i wymiarach. Ilość zwojów można dla pewności działania urządzenia zwiększyć o 10—20 proc. Powinno nam to zapewnić, że indukcyjności uzwojeń nie będą mniejsze od założonych. Natomiast ich niewielki wzrost nie powinien wpłynąć na pracę urządzenia.

To samo, tj. zasada, że indukcyjność powinna być równa lub większa (w rozsądnych granicach) od założonej, dotyczy także zwiększenia dławików. I tu obowiązuje więc zasada stosowania rdzeni takich samych lub większych i zmniejszania liczby zwojów. Są dwa wyjątki: dławiki małej częstotliwości stosowane do rozdzielania pasma akustycznego na tony niskie

i wysokie (np. w wysokiej jakości zestawach głośnikowych) muszą mieć indukcyjności zachowane dokładnie, należy więc wykonywać je bez zmian konstrukcyjnych. Natomiast niektóre dławiki wielkiej częstotliwości nie powinny mieć większej od przewidzianej pojemności własnej uzwojenia. Te dławiki także trzeba wykonać ściśle wg opisu.

Na koniec została najtrudniejsza sprawa: cewki wchodzące w skład obwodów rezonansowych. Tu muszą być ściśle zachowane następujące parametry: indukcyjność, dokładnie między uzwojeniami oraz między częściami uzwojeń, do których trzeba wykonać odczepy, oraz tzw. dobroć uzwojeń, zależna przede wszystkim od ich oporu. Najdokładniej musi być zachowana indukcyjność i temu poświęcimy dalsze rozważania.

Typowy obwód rezonansowy widzimy na rys. 1. Składa się on z cewki  $L_r$ , wchodzącej w skład obwodu rezonansowego, mającej od-

czep lub nie, z kondensatora  $C_r$  oraz z cewki sprzęgającej  $L_s$ . Załóżmy, że znamy ilości zwojów obu cewek nawiniętych na rdzeniu określonego typu oraz że znana jest nam częstotliwość rezonansowa ( $f$ ) obwodu i pojemność kondensatora  $C_r$ . Chcąc określić ilości zwojów, które trzeba nawinąć na rdzeniu innego typu, postępujemy następująco:

1) Ustalamy indukcyjność cewki  $L_r$ . Służy do tego następujący wzór praktyczny:

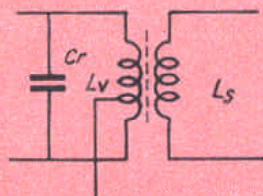
$$L_r = \frac{25\,300\,000\,000}{C_r \cdot f^2}$$

gdzie podstawiamy:  $C_r$  w pikofaradach,  $f$  w kilohercach,  $L_r$  w mikrohenrach.

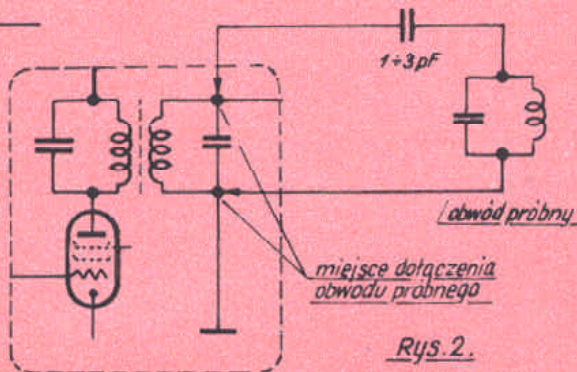
2) Indukcyjność cewki nawiniętej na określonym rdzeniu da się określić, w przybliżeniu wzorem

$$L = k \cdot n^2,$$

gdzie  $n$  — liczba zwojów cewki. Współczynnik „ $k$ ” zależy od rodzaju rdzenia i w pewnym stopniu od wymiarów cewki. Dla rdzeni



Rys. 1.



Rys. 2.

— fragment układu odbiornika

kubkowych i podobnych można uznać, że jest on stały. Musimy znaleźć jego wartość.

3) Gdy znamy wartość „k”, obliczamy liczbę zwojów cewki  $L_1$ , a następnie liczbę zwojów cewki  $L_2$  i ewentualnie odczepu, tak aby odpowiednio przekładnie liczby zwojów nie uległy zmianie.

Dla najczęściej spotykanych rdzeni kubkowych stosowanych w filtrach pośredniej częstotliwości odbiorników tranzystorowych wartości „k” są następujące:  
rdzenie od „Gullwera”

$$k = 0,01 \mu\text{H}/(\text{zwoj})^2;$$

rdzenie od „Ary”

$$k = 0,0175 \mu\text{H}/(\text{zwoj})^2;$$

rdzenie od „Kolibra”

$$k = 0,033 \mu\text{H}/(\text{zwoj})^2.$$

Jeżeli nie znamy wartości „k” dla danego rdzenia, a znamy ilość zwojów, pojemność i częstotliwość rezonansową dowolnego obwodu na nim wykonanego, możemy „k” obliczyć ze wzorów podanych wyżej. Największy kłopot jest wówczas, gdy mamy sam rdzeń i nic o nim nie wiemy. Ale i wtedy można sobie poradzić. Potrzebny będzie radioodbiornik z przemianą częstotliwości. Do ostatniego filtra pośredniej częstotliwości przyłączamy przez bardzo małą pojemność (3–6 pF) obwód rezonansowy utworzony z kilkudziesięciu zwojów nawiniętych na nieznanym rdzeniu i dołączonego równolegle kondensatora (rys. 2). Przedtem włączamy odbiornik i jak najdokładniej dostrajamy go do lokalnej stacji. Dołączenie naszego próbnego obwodu rezonansowego powinno spowodować znaczne osłabienie odbioru. Zmieniając pojemność oraz liczbę zwojów cewki na badanym rdzeniu dostrajamy próbny obwód do rezonansu, który objawi się przywróceniem początkowej siły odbioru. Gdy znajdziemy pojemność i liczbę zwojów potrzebne do otrzymania rezonansu, możemy obliczyć wartość współczynnika „k” znając częstotliwość pośrednią użytego od-

biornika, która zazwyczaj wynosi 465 kHz.

W przypadku, gdy nawijamy cewkę na rdzeniu otwartym, np. na korpusie polistyrenowym z cylindrycznym rdzeniem wewnątrz korpusu lub na pręcie ferrytowym, opisany sposób daje wyniki bardzo przybliżone. Indukcyjność wówczas silnie zależy od kształtu i wymiarów cewki oraz od jej położenia względem rdzenia. Sytuację ratuje fakt, że taką cewkę można przestrajać w dużym zakresie, zmieniając położenie rdzenia.

Zachowanie założonej dobroci uzwojeń jest w przybliżeniu równoznaczne zachowaniu bez zmian oporu uzwojenia cewki. Na dobroć uzwojeń mają jednak wpływ także inne czynniki, które są od nas niezależne (przede wszystkim jakość rdzenia). Z tego powodu zachowywanie oporu cewki z dużą dokładnością nie ma sensu. Trzeba jedynie pamiętać, że obniżenie dobroci zawsze wpływa bardzo niekorzystnie na pracę układu. Należy więc „na wszelki wypadek” dążyć do tego, by opór uzwojeń był jak najmniejszy, a więc trzeba stosować licę w. cz. lub przewód o średnicy nie mniejszej niż przewidziana. Jeśli musimy nawinać znacznie większą od przewidzianej w opisie liczbę zwojów lub nawijamy cewkę na szpulce o znacznie większej średnicy, trzeba zastosować przewód o większym przekroju tak, aby opór dłuższego niż przewidziany odcinka drutu nie był zbyt wielki.

Zachowanie powyższych zasad pozwoli w przeważającej ilości wypadków zastąpić jedne elementy innymi bez pogarszania parametrów budowanego urządzenia. Jednak w przypadku budowy urządzenia wysokiej klasy, o parametrach „wyśrubowanych”, należy unikać jakichkolwiek zmian. W takich urządzeniach odgrywają zwykle istotną rolę także te właściwości cewek, które normalnie, jako mniej istotne, nie są brane pod uwagę.

Wiesław Kuźmierz