

Fabricando Transformadores de Impedância para Recepção

Por: John Briant

Mai de 2001

Com a proliferação de fontes de ruído provenientes em toda a vizinhança e a crescente popularização de antenas de fio em configurações diferentes da já conhecida L invertido, o cabo coaxial tem se tornado o condutor de entrada entre antena e receptor escolhidos pela maioria dos Dexistas. Como a impedância da maioria dos cabos coaxiais, normalmente são encontradas de 50 ou 72 ohms e como muitas das antenas de fio possuem uma impedância de 400 a 1000 ohms ou mais em seu ponto de alimentação, conectar diretamente o coaxial a um fio implica em perda de sinal bastantes significativas devido ao descasamento de impedâncias. Tendo como fato esta situação em nosso hobby, não consigo entender porque os transformadores de impedância e baluns para antenas de recepção não podem ser encontrados com maior facilidade no mercado. Além de que, os poucos transformadores que são encontrados são vendidos por um valor em torno de \$60.00. Embora isso possa ser considerado um preço justo, considerando o trabalho, o benefício e variação de preços no mercado, o custo dos itens necessários para um balun resistente as ações do tempo ou de um transformador de impedância ficam bem abaixo dos \$10.00, pagando valores de mercado para estes itens! Se você for capaz de fazer soldas bem como de efetuar conexões com certa confiabilidade, você deve considerar a possibilidade de enrolar seus próprios baluns ou transformadores. O tempo total de trabalho gira em torno de uma hora por unidade e sua construção é bem simples. Pessoalmente, eu faço os meus em frente a TV durante as tardes de Domingo.

Selecionando os Componentes

Você precisa obter alguns conectores, uma caixa resistente as ações do tempo, e os núcleos para o transformador. Para os conectores dos fios, eu tive que usar um tipo de fixador que fosse blindado e que aceitasse o uso de pinos banana. Deste modo eu tive que escolher entre várias formas de conexão para a antena. Estes itens foram todos encontrados na Radio Shack. Eu gostei muito de um tipo especial de pino banana, entretanto, ele é encontrado apenas em casas de equipamentos profissionais (Mouser #17HR549, #17HR550). A haste do plugue macho é composta por fio rígido em toda sua extensão e isso proporciona uma conexão MUITO confiável ao se colocar em contato a superfície do metal do em contato com o soquete fêmea. O conector para o coaxial é um daqueles que podem ser montados no próprio chassi que você escolher. Mais e mais Dexistas parecem estar usando conectores do tipo BNC por sua facilidade de uso e maior resistência, embora apenas os receptores profissionais já usem este tipo de conexão.

Alguns Dexistas apenas utilizam caixas metálicas para este tipo de aplicação. Se você também joga neste time, as caixas de alumínio Hammond são as minhas preferidas. Eu comprei as minhas na Antique Electronics Supply (<http://www.tubesandmore.com/>). Aqueles que usam caixas metálicas geralmente estão tentando manter o sistema de RF o mais limpo quanto possível, prevenindo perdas na transferência de sinal através do aterramento da caixa, geralmente na malha do coaxial. Contudo, a maioria dos Dexistas que conheço, e a maioria dos fabricantes, usam caixas plásticas para suas unidades. A razão da perda na transferência de sinal é minúscula, comparado ao tamanho da antena, além da facilidade no uso de caixas plásticas, e seu custo significativamente baixo, que fazem a diferença na hora de se decidir que tipo de caixa usar. Particularmente, se eu estiver em uma de minhas raras fases de consumismo, eu utilizarei caixa metálica; se eu estiver "normal", eu utilizarei caixa plástica. Eu nunca consegui distinguir entre a funcionalidade dos dois tipos de projeto.

Todos os transformadores de impedância com que estou familiarizado estão baseados em alguma espécie de núcleo de ferrite com algum enrolamento em torno dele. Vários dos conhecidos Dexistas da costa Leste preferem construir seus transformadores a partir de Mini-Circuitos e apenas acondicionar o fio destes pequenos transformadores na caixa apropriada adicionando os conectores. Estes pequenos circuitos transformadores 9-para-1 são perfeitos para converter os 450 ohms das beverages e da maioria das outras antenas de fio para os 50 ohms do coaxial. Eu usei estes pequenos transformadores por vários anos, até que me desfiz de todos eles. Praticar Dexismo nas pradarias da

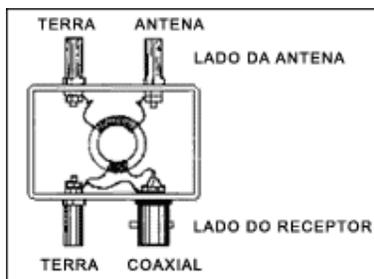
América do Norte geralmente expõem antenas de fio a uma grande quantidade de estática elétrica. Tanto Bill Bowers quanto eu tivemos várias falhas ocasionais com estes Mini-Circuitos, provavelmente devido ao fio muito fino usado para enrolar o transformador. O principal problema era que as falhas eram freqüentes e parciais, fazendo-nos pensar - por várias noites a fio - que as condições estavam realmente ruins. Que desperdício! Após a terceira falha semelhante, eu me voltei a técnica de tentativa-e-erro baseado nos relativamente grandes núcleos toroidais. Estas técnicas foram originalmente ensinadas para mim cerca de uma década atrás por Nick Hall-Patch, Editor Técnico da IRCA e publicada em um artigo de co-autoria na Fine Tuning's Proceedings em 1988.

Uma vez tomada a decisão de enrolar o transformador usando núcleo toroidais de ferrite, existem apenas duas decisões a se tomar: o tamanho do toróide e a mescla específica de ferrite a ser usada.

Na América do Norte, ultimamente, a maioria de nós tem usado toróides da Amidon. Estes podem ser comprados pela Internet diretamente do representante do fabricante em (<http://www.bytemark.com/amidon/>). Eu tenho usado três tamanhos de núcleos ao longo dos anos. O menor que eu tenho usado é um toróide de 1/2 de diâmetro (Amidon FT-50). Para conseguir o enrolamento adequado através do orifício do núcleo, você deve usar um fio magnético bem fino e uma agulha grande. Eu executei toda esta difícil operação estando também preocupado com os efeitos da estática elétrica sobre aqueles fios finos como cabelo. Eu não vi vantagem no uso de núcleos pequenos como estes e eu não os recomendo. A grande parte dos toróides que eu tenho usado medem 1.4 polegadas de diâmetro (FT-140). Eles funcionam bem, mas são um pouco pesados e caros para o meu gosto. Eu recomendo um tamanho médio, 1.14 polegadas de diâmetro e que são grandes o suficiente para um fácil manuseio e usar fio isolado 30 da Radio Shack (# 278-501, 502 ou 503) para as bobinas. Este fio é fino o suficiente para obtenção de um bom resultado no enrolamento da bobina no toróide sendo também o fio suficientemente grosso e rígido para ser de fácil manuseio.

A página na Web da Amidon possui uma grande quantidade de dados técnicos para auxiliá-lo na seleção do tipo de ferrite apropriado. Contudo, a escolha do material é um tanto quanto complicada e vai tomar um certo tempo até que você se decida. Veja a seguir o que fazer nos seguintes casos: se você quiser trabalhar de .5 MHz a 30 MHz, selecione o material "Tipo 43". Este material também dá "ressonância" para uso em OL. Se você estiver certo que seus interesses estão limitados às OL, OM e Faixas Tropicais (.2 a 15 MHz), então o ferrite "Tipo 75" é o que você necessita.

Se você me seguiu através de todo este amontoado técnico, provavelmente seja hora de fazer uma pausa. Observe abaixo a ilustração pela qual devemos nos guiar através da construção do transformador.



Calculando a quantidade de espiras

Vamos calcular a quantidade de espiras para o casamento de impedância de uma antena beverage com uma impedância de 450 ohms com um cabo coaxial de 50 ohms. Devido a este transformador ser do tipo abaixador, o primário (ligado à antena) terá um enrolamento maior e nós iremos tratar dele primeiro.

A primeira fórmula a ser usada irá nos dar a indutância do enrolamento primário:

$$L \text{ desejada do enrolamento} = X_L / 2\pi f$$

Onde:

L= Indutância em milihenries

X_L= Reatância em ohms

f= Menor frequência de operação em kHz

X_L pode ser obtida multiplicando a impedância da antena a ser casada pelo fator 4. Este **X_L** pode ser então 4 x 450 ohms ou 1800 ohms. Para tornar as coisas mais fáceis, vamos usar 500 kHz como nosso menor valor de frequência de operação.

Então, **L do enrolamento primário** = 1800/2 x 3.1416 x 500 ou **.573 mH**

Agora que sabemos qual a indutância (**L**) necessária para o enrolamento primário, nós podemos aplicar a seguinte fórmula para determinar o número de voltas necessárias para o enrolamento primário.



A fórmula pode ser lida da seguinte maneira: Número de voltas necessárias (**N**) é igual a 1000 vezes a raiz quadrada da indutância (**L**) dividida pela constante **A_L**.

A constante **A_L** é determinada a partir da literatura técnica da Amidon e leva em conta as qualidades da RF e o tamanho de um toróide Tipo 43 que é de 1.14 polegadas de diâmetro. O valor de **A_L** para o toróide FT-114-43 é **603**.

Então, trabalhando com a fórmula acima, **N** = 1000 .573/603 = 1000 x .030825 = **30.8 voltas, use 31**.

A quantia de voltas para o enrolamento secundário (que vai ser conectado ao coaxial) pode ser determinada pelo mesmo método ou sabendo-se que a razão de impedância de um transformador é a quantia de voltas ao quadrado. A razão de voltas deve ser de 3 para 1... então, o enrolamento secundário terá **10 voltas**. Trabalhando com a fórmula teremos o valor de 10.2 voltas.

Nossa, foi difícil chegar até este ponto do artigo. Queime quaisquer sanguessugas que estejam em seus braços e pernas, descanse um pouco na sombra e tome um refresco. Você merece isso!

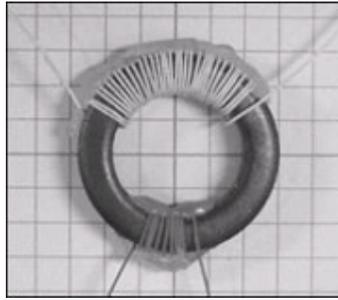
Se você quiser construir uma das populares antenas delta ou "V" invertido, a determinação da quantidade de voltas segue o mesmo processo. A impedância de antenas deste tipo é um tanto quanto dependente do tamanho do fio usado e da profundidade do terra. A maioria tem se situado na faixa de 900 a 1000 ohms, então um transformador abaixador de 900/50 (ou 19 para 1) provavelmente funcionaria bem para a maior parte das antenas deste tipo. O mesmo processo conforme descrito acima pode ser usado para determinar a quantidade de voltas. Para tornar mais fácil o seu trabalho, segue uma tabela com a quantidade de voltas tanto para o material Tipo 43 quanto Tipo 45:

Quantidade de espiras

Baseado em Toróides Amidon FT-114

Antena	Impedância da Antena	Ferrite Tipo	Enrolamento Primário	Enrolamento Secundário
Beverage	450 ohms	43	31	10
Beverage	450 ohms	75	13	4
Delta	950 ohms	43	45	10
Delta	950 ohms	75	20	5

As espiras devem ser dispostas o mais próximo quanto for possível umas das outras, com o enrolamento primário o mais afastado possível do secundário e em lados opostos do toróide.



Enrolamento Típico em Toróide

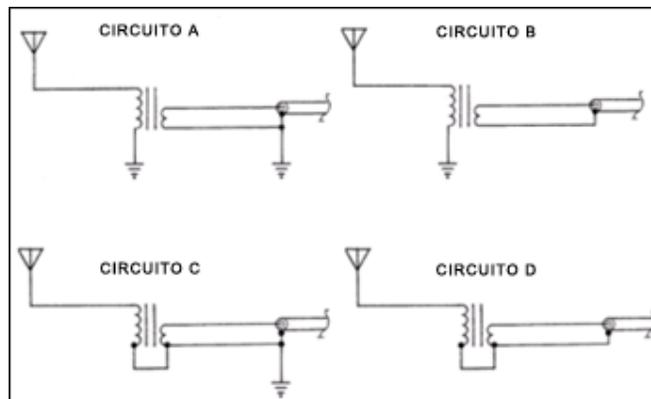
Observe os pontos onde foi colocado cola quente nos extremos de cada bobina. Eu uso esta estratégia para manter as espiras em seu lugar.

Em Uso

O que ainda não discutimos ainda é sobre as várias formas de posicionamento do transformador entre sua antena e o coaxial. Infelizmente, é neste ponto que deixamos o mundo da ciência e partimos para o lado da feitiçaria. Isso nos mostra que existem várias maneiras para "enganchá-los" e este é um ponto em que há muita controvérsia entre os vários esquemas de aterramento. Existem dois tipos principais de circuitos a serem discutidos:

Antenas Tipo Fio Único

Existem três ou quatro opções de arranjo do circuito e o melhor para sua aplicação provavelmente será determinado após cuidadosa experimentação. O arranjo "cientificamente superior" é provavelmente o mostrado como "Circuito A". O secundário das bobinas é conectado separadamente ao terra. A corrente do sinal e a estática elétrica flui da antena através do maior enrolamento diretamente para o terra. A corrente entre o terra e o receptor é induzida para a bobina menor. O principal ponto negativo do Circuito A é que os terras individuais devem estar separados pelo menos entre 12 e 15 pés (1 pé 30,48 cm) para estarem eletricamente separados, de acordo com o que li. Devido a esta problemática com a conexão de terra, que provavelmente irá ocorrer com o Circuito A temos como solução o Circuito C. O Circuito B é o que Nick Hall-Patch tem usado com excelentes resultados ao longo dos anos. Aterrando a malha do coaxial, e necessariamente mantê-lo a uma certa distância do transformador.



O Circuito C há o reconhecimento do problema de interação entre os dois terras "separados" e assim, conecta-se o lado aterrado de ambos os enrolamentos e a malha do coaxial em um único ponto de aterramento. Este é o circuito que eu uso quando o ponto de alimentação da antena está entre três ou quatro pés do terra e as condições de aterramento são boas. Após escrever este artigo e tendo Nick feito algumas sugestões, eu tentarei algo com a configuração do Circuito B.

O Circuito D é o arranjo que os fabricantes de baluns normalmente usam. Os pontos de aterramento de ambos os enrolamentos são conectados entre si e ligados a malha do coaxial. Este é o circuito que eu uso para antenas de tamanho aleatório e eu aterro a malha pelo menos uma vez entre a antena e o receptor. Entretanto, confesso que tenho usado o Circuito D com êxito no caso em que o receptor e a antena não possuem aterramento. Eu sei que estou assim lidando com a possibilidade de criar problemas com eletricidade estática, e eu sei com certeza se toda a energia do sinal está chegando a meu receptor.

Loops

Felizmente, com antenas loop como a KAZ delta, etc., as coisas são bem mais diretas. O enrolamento maior do transformador é conectado diretamente (em série) com a loop. Um dos pontos do enrolamento menor é conectado ao condutor central do coaxial. O outro ponto do enrolamento menor pode ser conectado a malha do coaxial, aterrado ou ambos. Se o ponto de alimentação da loop estiver em torno de um pé ou mais do terra, o melhor é aterrar este ponto do enrolamento. Entretanto, se você tiver problemas para colocação de um terra, ou o ponto de alimentação for aéreo, o enrolamento menor deve ser conectado a malha do coaxial.

Considerações Finais

O último item que resta ser mencionado é acondicionamento do transformador dentro da caixa. Eu tenho certeza que a maioria dos construtores possuem um método favorito. O meu se resume a fixar o transformador dentro da caixa plástica com cola quente. Em alguns casos, eu encapsulei totalmente o transformador com cola quente. Eu às vezes penso se a cola quente afeta ou não as propriedades magnéticas do transformador. Bill Bowers tem feito vários testes de bancada relativos a isso a me assegurou que as qualidades do transformador não são afetadas pela cola quente.

Bem, chegamos ao fim. Para aqueles que se interessarem, comprem alguns núcleos, dê uma passada rápida na Radio Shack ou a sucata mais próxima e MÃOS À OBRA. Que a força (magnética) esteja com você!