

TRANSFORMADOR DE RADIOFREQÜÊNCIA (RF) 9:1 PARA AS ANTENAS BEVERAGE E K9AY

Paulo Renato F. Ferreira, PY3PR
P.O. Box 15, Xangri-lá, RS 95588-970, Brasil
py3pr@arrl.net

“Tropicalizando” um transformador de RF para as antenas Beverage e K9AY

A introdução para este assunto está disponível no artigo *Transformadores de Radiofrequência (RF) para Antenas de Recepção* [ref. 1], onde tratamos sobre a construção de um transformador de RF utilizando núcleos toroidais desconhecidos e, mesmo assim, obtendo bons resultados. Aqui, abordaremos somente os detalhes construtivos do transformador de RF, comum às antenas Beverage e K9AY. Leia outros sites selecionados para construir as antenas Beverage [ref. 2 a 4] e K9AY [ref. 5 e 6].

O transformador de RF com núcleo toroidal de ferrite utilizado em nosso experimento consiste num enrolamento trifilar do tipo linha de transmissão (figura 1), embora, mais recentemente, alguns autores estejam preferindo utilizar o núcleo binocular [ref. 7]. Classicamente, vários tipos de núcleos toroidais de ferrite têm sido usados: 77, 75, 73, 71 e 43. Os tipos 77, 73 e 43 requerem menor número de espiras, cuja vantagem é a de reduzir interações magnéticas indesejáveis entre o primário e o secundário.

Na falta de um núcleo toroidal de ferrite de tipo conhecido, o método alternativo que maior êxito ofereceu para obter um índice 9:1 é o ilustrado na figura 2, sugerido pelo fabricante dos analisadores MFJ 259 B e MFJ 269 [ref. 8 e 9]. Para tal, utilize um analisador e siga os seguintes passos:

1) Examine o sortimento de núcleos toroidais de ferrite que você tem à mão e descubra se há algum que se assemelhe em tamanho aos tipos 43, 75 ou 77, conforme a tabela 1. Este é o melhor ponto de partida que podemos almejar, considerando as circunstâncias.

2) Adquira três segmentos de fio de cobre esmaltado de número 26 AWG (0,4 mm de diâmetro) ou 28 AWG (0,3 mm de diâmetro), medindo cada um cerca de 30 cm de comprimento; ou, se

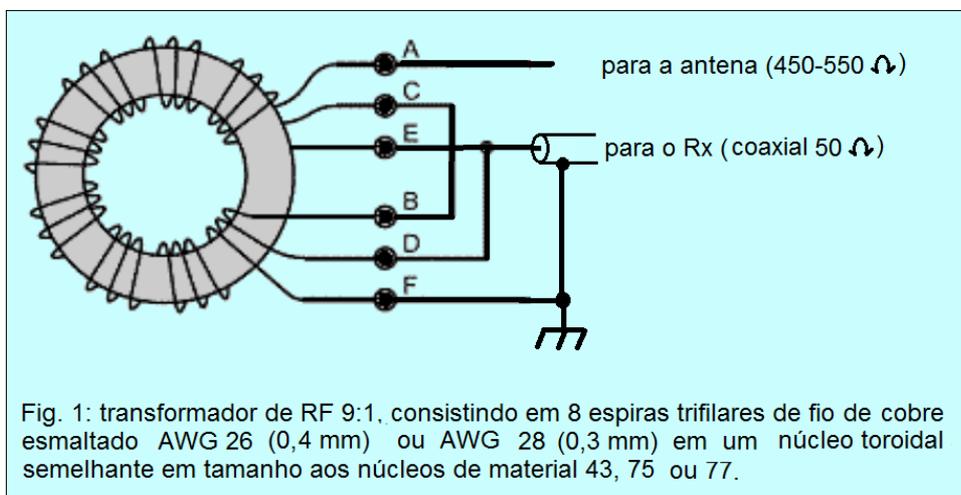


Fig. 1: transformador de RF 9:1, consistindo em 8 espiras trifilares de fio de cobre esmaltado AWG 26 (0,4 mm) ou AWG 28 (0,3 mm) em um núcleo toroidal semelhante em tamanho aos núcleos de material 43, 75 ou 77.

Tabela 1:

*Diâmetros dos principais núcleos toroidais de ferrite**

Material	D.E.(cm)	D.I.(cm)
FT-43	2,9	1,9
FT-75	2,9	1,9
FT-77	2,9	1,9

* Fonte: www.amidoncorp.com/specs/2-08

D.E.: diâmetro externo; D.I.: diâmetro interno

quiser facilitar a identificação subsequente deles, consiga três fios encapados monofilares de cores diferentes e do mesmo diâmetro.

3) Enrole estes três fios de forma paralela no núcleo toroidal selecionado conforme a figura 1, num total de 8 espiras. Esse enrolamento trifilar deve ter as 8 espiras uniforme e simetricamente distribuídas no núcleo toroidal de ferrite. Para mantê-las na posição, fixe-as, inicialmente, com uma fita adesiva.

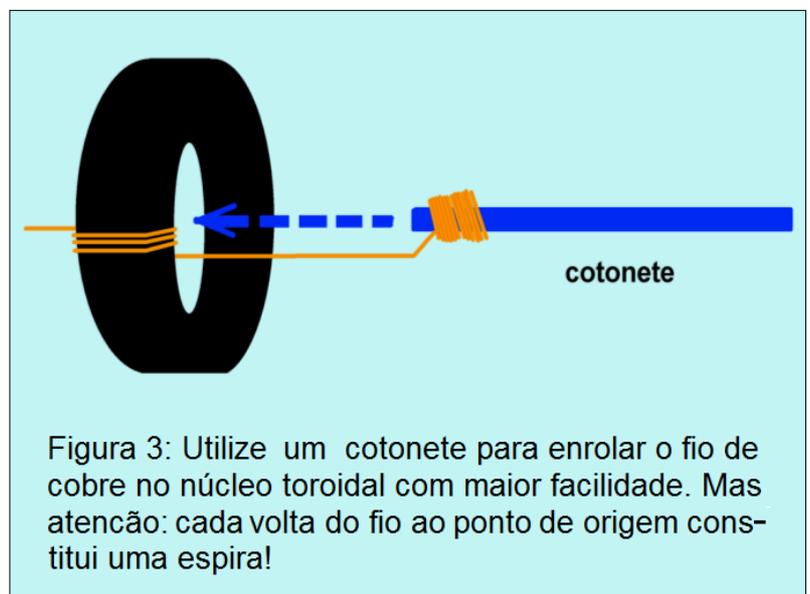
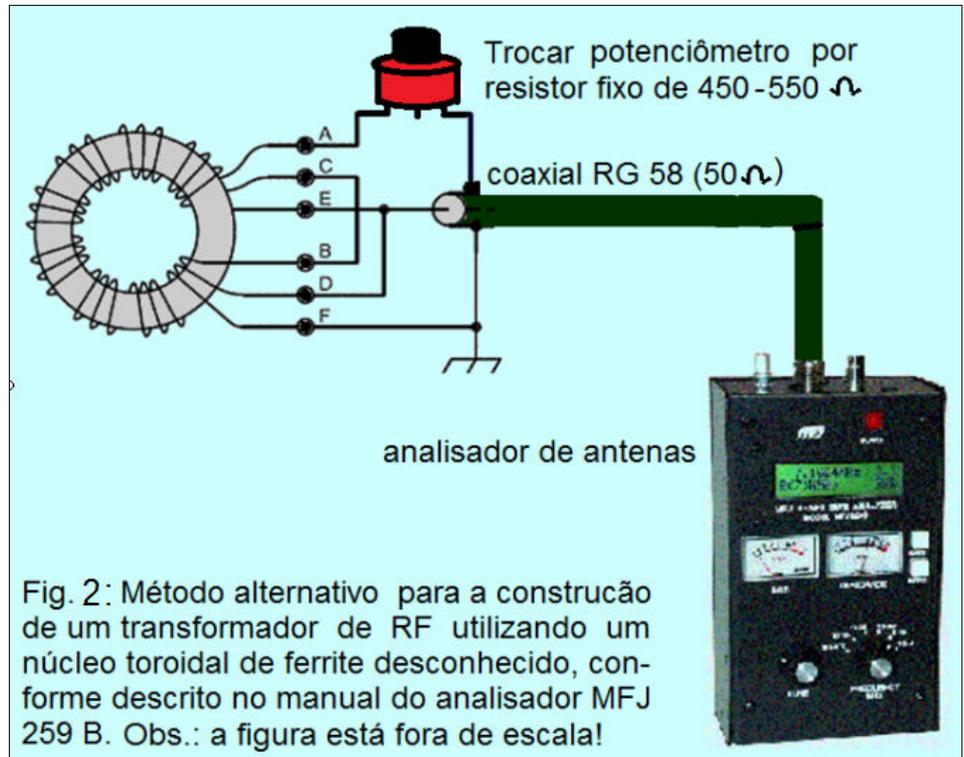
4) Um cotonete pode ser utilizado para facilitar o enrolamento (fig. 3).

5) Deixe sobrar em cada uma das 6 pontas cerca de 10 a 15 cm de fio, a fim de permitir aumentar o número de espiras, caso necessário. Terminada a sintonia, essas extremidades deverão ter um comprimento o mais curto possível.

6) Raspe as 6 extremidades dos fios e, com a ajuda de um ohmímetro (o leitor de resistências do seu multiteste), identifique com uma pequena etiqueta de fita adesiva cada uma delas nesta ordem: A, C, E, B, D, F, conforme a figura 1.

7) Observe a figura 2. Obtenha um segmento de cerca de 10 a 15 cm de cabo coaxial fino, modelo RG 58, de 50Ω . Numa das extremidades instale um conector coaxial e conecte-o ao analisador de antenas. Na outra, solde o condutor central (vivo) à união dos fios E e D.

8) Agora, vamos calibrar um resistor variável não-indutivo (potenciômetro) de $0-1500 \Omega$, preferentemente linear, embora o logarítmico também sirva. Neste momento, ele não deve estar conectado a qualquer circuito, a não ser ao seu ohmímetro (o leitor de resistência do seu



multiteste). Gire o eixo do potenciômetro até obter uma leitura de $500\ \Omega$ e solde-o entre a extremidade do fio A e a malha do cabo coaxial que se conecta ao analisador de antenas.

9) Solde os demais fios respeitando a disposição conforme mostrado na figura 2.

10) Aterre a extremidade do fio F, que também se conecta à malha do coaxial que vai ao analisador de antenas. Certifique-se que este aterramento é confiável. Na falta de um, crave uma barra de cobre de 2 m verticalmente no solo e conecte-a ao circuito em teste através de um fio também de cobre. Revise se todas as conexões estão de acordo com a figura 2 e se as soldas estão perfeitas. Se tudo estiver bem, estamos prontos para a última etapa.

Sintonizando o seu transformador de RF

Com o analisador de antenas conectado ao cabo coaxial, proceda da seguinte maneira:

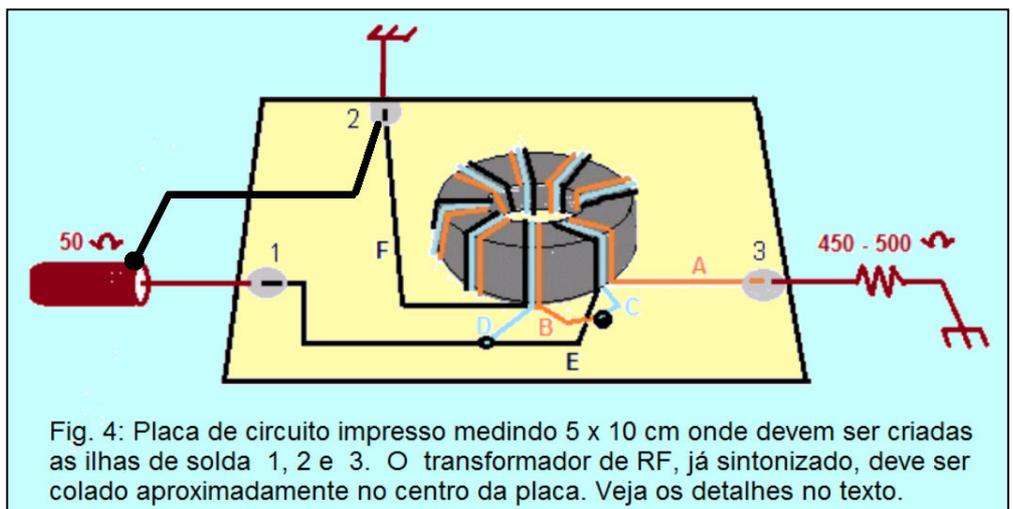
1) Ligue o analisador e selecione inicialmente a sua frequência preferida nos 160 m (1,825 MHz no meu caso) no modo “impedância e reatância”.

2) Identifique o valor da relação de ondas estacionárias (ROE). Caso esteja acima de 1,3:1, aumente ou diminua uma espira do enrolamento trifilar de cada vez, sem descuidar da uniformidade na distribuição das espiras, até obter uma leitura da ROE abaixo de 1,3:1.

3) Em algumas situações onde a sintonia não for obtida com a mesma facilidade, experimente girar lentamente o eixo do potenciômetro para mais ou para menos, isto é, aumentando ou diminuindo a resistência original de $500\ \Omega$, enquanto monitora a ROE no analisador. Este procedimento permite descobrir em qual impedância o seu transformador está sintonizando. Por exemplo, se a de ROE 1:1 for obtida acima dos $500\ \Omega$, o enrolamento poderá estar com um número excessivo de espiras. Caso a sintonia ocorra com uma impedância menor que $450\ \Omega$, o inverso também é verdadeiro. Diminua ou aumente o número de espiras – uma de cada vez -- monitorando a ROE de acordo. No caso da Beverage e da K9AY, o objetivo é obter uma ROE de aproximadamente 1:1 a 1: 1,3 com uma impedância entre 450 e $550\ \Omega$.

4) Agora, vamos repetir o procedimento nos 80 m. Selecione no analisador de antenas a sua frequência preferida ($3,515\ \text{MHz}$ no meu caso). Verifique a ROE. Se você obtiver um ROE de até 1,3: 1, parabéns: seu transformador com núcleo toroidal de ferrite de tipo desconhecido parece ótimo. Caso contrário, aumente ou diminua uma espira do enrolamento trifilar de cada vez até chegar à ROE desejada. Este procedimento pode alterar o valor da ROE obtido previamente nos 160 m, mas em geral, a alteração não costuma ser substancial. Felizmente, o comportamento da ROE é praticamente linear entre 1,8 a 7 MHz na maioria das situações.

5) Quando a ROE atingir um valor desejado, remova o potenciômetro sem girar o eixo e desconecte dele qualquer fio. Com o ohmímetro, leia a resistência e tome nota. Substitua o



potenciômetro por um resistor fixo de carbono (não-indutivo) - ou por um conjunto desses resistores - com o valor encontrado, e solde-o(s) no lugar do potenciômetro. Recomendo medir novamente a ROE nos 160 e 80 m com esse novo resistor por medida de segurança.

6) Corte as seis extremidades excedentes dos fios para que tenham no máximo cerca de 5 cm de comprimento, a fim de permitir as ligações ao cabo coaxial, ao terra e à antena (veja o próximo item). Revise as soldas. Neste momento, é possível remover a fita adesiva sobre as espiras e substituí-la por umas poucas gotas de supercola ou outra que desejar, a fim de preservar a tensão e o posicionamento das espiras. Desconecte do transformador o cabo coaxial e o resistor. Agora, é só fixar e acondicionar o transformador de RF 9:1 numa caixa a prova d'água e utilizá-lo na Beverage ou K9AY.



Fig. 5: Uma proteção boa e barata para a placa de circuito impresso consiste em inseri-la dentro de um cano de PVC com diâmetro de cerca de 2 polegadas. Atenção: primeiro passe o cabo coaxial pelo orifício do cano de PVC antes de soldá-lo na placa.

Acondicionando o transformador de RF

O transformador de RF deve ser projetado de forma a ficar sujeito o mínimo possível a forças de tração, tensão e trepidação, bem como à radiação solar UV, calor ou umidade excessivos. Nossa experiência mostrou que uma solução eficiente é fixá-lo sobre uma placa de circuito impresso de fenolita, cobreada em somente uma face, medindo cerca de 10 cm de comprimento por 5 cm de largura (fig. 4), a qual, subseqüentemente, será acondicionada num cano de PVC e lacrada. Previamente, a placa deve ser preparada. Siga os seguintes passos:

- 1) Na placa ainda virgem, desenhe três ilhas com cerca de 1 cm de diâmetro cada, que na figura 4 correspondem às elipses de cor cinza numeradas de 1 a 3, e que servirão para as ligações ao cabo coaxial de 50Ω , ao aterramento e à extremidade de $450 - 500 \Omega$ da antena, respectivamente.
- 2) Proteja as três ilhas da corrosão e mergulhe a placa na solução de percloro de ferro pelo tempo apropriado. Quando estiver pronta, lave-a em água corrente e seque-a.
- 3) Cole o transformador de RF no centro da placa e faça os pontos de solda dos fios A, C, E, B, D e F nas ilhas, tal como descrito na figura 4. Utilize comprimentos de fio o mais curto possível.
- 4) Introduza a placa num cano de PVC com 12 cm de comprimento e bitola de 2 polegadas, conforme mostra a figura 5.
- 5) Obtenha duas tampas de PVC para o cano e faça as furacões necessárias. Observe na figura 6 que utilizei parafusos, arruelas de metal, juntas de borracha recortadas de câmara de pneu e borboletas rosqueadas após as ilhas para as conexões com o cabo coaxial, o aterramento e o fio que se liga ao resistor. Assim, o conjunto ficou mecanicamente muito resistente.

6) Tente obter a melhor vedação contra umidade utilizando selador de silicone ou outro material apropriado.

Cuidados na hora de enrolar seu transformador

- Núcleos toroidais de ferrite são quebradiços, se caírem sobre uma superfície dura. Manuseie-os com cuidado.
- Caso se quebrem, é possível colá-los firmemente com supercola à base de cianoacrilato e ainda utilizá-los sem maiores problemas.
- Os núcleos toroidais de ferrite são condutores. Por isso, sempre use fios revestidos por esmalte ou capa plástica.
- Alguns núcleos toroidais de ferrite têm bordos cortantes e podem remover a camada de esmalte do fio de enrolamento, causando curtos-circuitos e insucesso no desempenho do transformador. É de bom alvitre lixar os bordos e irregularidades da superfície do núcleo toroidal antes de iniciar o enrolamento.



Fig. 6: Transformador de RF pronto para o uso. As tomadas para a antena e aterramento são constituídas por parafusos e borboletas, que permitem rápida instalação e manutenção. Vede o encaixe das tampas no cano com borracha de silicone ou outro material impermeável.

Referências

1. Paulo RF Ferreira, PY3PR: Transformadores de radiofrequência (RF) para antenas de recepção. Feirinha Digital. Disponível em www.feirinhadigital.com.br/rbr/artigos-tecnicos/py3pr
2. H.H. Beverage, W2BML. The Wave Antenna for 200-Meter Reception. QST Magazine, November 1922, p. 7-15. Disponível em : <http://www.nrcdxas.org/articles/WaveAntenna.pdf>
3. Luis A. del Molino, EA30G – Antenas de hilo largo. Disponível em: <http://www.lu1dma.com.ar/grupooeste/hilo%20largo.htm>
4. Vários autores – Antenas de banda ancha Disponível em: <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/TL00107M.pdf>
5. Carlos Gonçalves - A Antena de Quadro K9AY –Disponível em: <http://www.arla.radio-amador.net/artigo43.htm>
6. Gary Breed, K9AY - The K9AY Terminated Loop. Disponível em: http://www.hard-core-dx.com/nordicdx/antenna/loop/k9ay/k9ay_orig.pdf
7. Tom Rauch, W8JI: Balun and transformer core selection. Disponível em: www.w8ji.com/core_selection.htm
8. Disponível em: <http://www.mfjenterprises.com/Product.php?productid=MFJ-259B>
9. Boneval S. Silva, PP5VX: MFJ 269. – Testando transformadores de RF. Disponível em: <http://www.feirinhadigital.com.br/rbr/HAM/projetos-usuarios/mfj269-pp5vx/MFJ269-ManualDeOperação.pdf>