

Utilizando ferrite de TV em BALUN

16/jan/2006

A partir de um artigo de Ian White, G3SEK, na RadCom (revista da RSGB) sugerindo a utilização de ferrite retirado de bobina de deflexão de TV/monitor ("yoke") para balun de antena, e tendo já utilizado o núcleo de transformador de saída horizontal ("fly-back"), resolvi colocar uns espécimes na bancada de testes e comparar com um balun de corrente tradicional feito sobre núcleo FT240-61.

Para entender para o que serve e como funciona um balun de corrente em antenas, uma explicação básica se encontra aqui:

http://geocities.yahoo.com.br/jkdemarco/RFI/RF_protection.html.

Ao final desta página indico as principais referências para quem quiser aprender mais sobre baluns.

Uma mensagem postado por mim num grupo de discussão (QRP-BR) fez surgir o interesse em realizar as medidas que relato aqui:

"Essa idéia apareceu numa RadCom (revista do RSGB):

Precisando de toróide grande para balun de antena, existe de graça: é só retirar de um yoke (bobina de deflexão, aquela que fica no pescoço do tubo de TV ou monitor). Segundo a notícia, o ferrite usado ali é bom para HF. Visitando as oficinas de conserto dá prá conseguir como sucata.

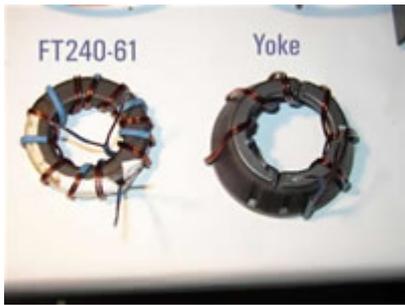
Eu já utilizei o ferrite de transformador horizontal de TV, também é grande, com bom resultado como balun de corrente prá antena, enrolando algumas espiras de cabo RG-58."

O esquema de um balun de corrente é assim:



Se trata de um único enrolamento, bifilar ou coaxial. Também é conhecido por balun Guanella, primeiro que o descreveu e fundamentou o funcionamento. Na tradição antiga se utilizou (e ainda se utiliza, por desconhecimento), o balun de Ruthroff, com 3 enrolamentos. Este, como se demonstrou e se comprovou na prática, enquanto transformador de voltagem, é inferior no uso como balun (um exemplo comercial é o balun W2AU).

Como uma imagem vale por mil palavras, eis uma foto com dois baluns feitos com enrolamento bifilar:



CLIQUE NA FOTO PARA MAIOR RESOLUÇÃO

Tanto no núcleo de fly-back quanto no de yoke, colei as duas metades com cola instantânea a base de cianocrilato.

Para uso em antena alimentada por cabo coaxial é interessante o enrolamento ser feito com cabo coaxial. Nesta foto está um balun feito com RG-58 de que foi retirado a capa, para facilitar o enrolamento.



Também experimentei um balun feito sobre núcleo retirado de transformador de saída horizontal de TV/monitor ("fly-back").



E vamos às medidas. Para isso utilizei como excitador um xcvr MF-HF Yaesu FT840, um medidor de ROE comercial modificado e calibrado, uma carga de 50 ohms de laboratório DC-8 GHz Weinschel Corp M1426, um osciloscópio Tektronics 453, um analisador Autek Research RF-1 e um LC meter caseiro ([descrito aqui](#)).

TABELA 1 - número de espiras e indutância medida em LF (cerca de 700 kHz)

	FT240-61	Yoke coaxial	Yoke bifilar	Fly-back bifilar
# espiras	14	6	7	10
Indutância uH	31,6	14	18	99

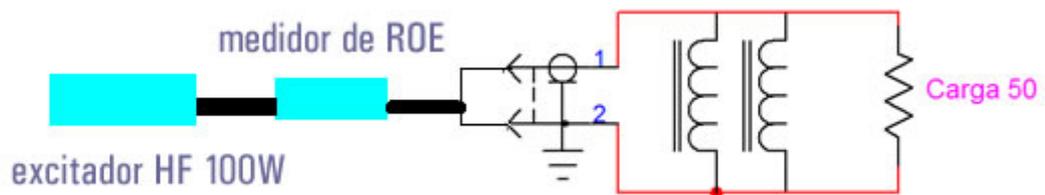
Nessa tabela podemos ver que o ferrite do fly-back tem MUITO maior permeabilidade que os demais. Procurei relacionar com as tabelas da Fair-Rite (que fabricam os núcleos comercializados pela Amidon, por cujo nome ficaram conhecidos). Comparei os modelos com área transversal do núcleo semelhante.

O núcleo do yoke tem permeabilidade intermediária entre os ferrites 43 e 61, justamente os mais utilizados para transformadores de linha de transmissão de RF em MF, HF e VHF!

O núcleo do fly-back tem permeabilidade semelhante ao ferrite 77, igualmente utilizado em baluns de corrente para as bandas mais baixas de HF, e de MF (160m).

TABELA 2 - Balun como indutor ligado em paralelo à carga

Frequência	FT240-61	Yoke coaxial	Yoke bifilar	Fly-back bifilar
	ROE	ROE	ROE	ROE
1,8	1,05	1,15	<1,05	1
3,5	1	1,05	1	1
7	1	1	1	1
21	1	1	1	1
29	<1,05	1	<1,05	1,05

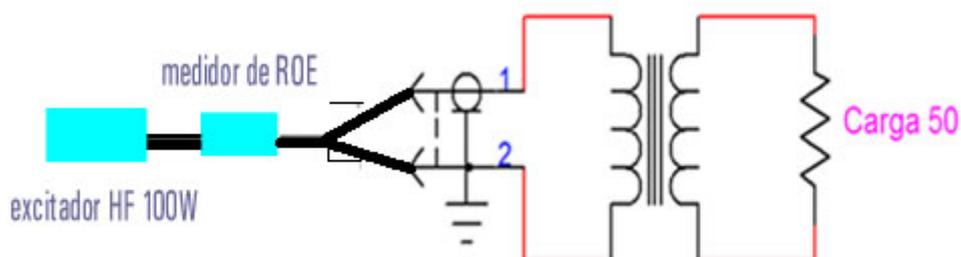


Essa medida simula o balun na pior situação, quando assimetrias na antena/linha de transmissão forçam corrente pela parte externa da linha de transmissão (quase sempre

cabo coaxial). A impedância apresentada pelo balun tem que ser suficientemente alta. Nesta medição, se a impedância for baixa a ROE indicada será alta. **Todos os modelos se saíram bem.**

TABELA 3 - balun usado como transformador de voltagem convencional

Transformador	FT240-61	Yoke coaxial	Yoke bifilar	Fly-back bifilar
Frequência	ROE	ROE	ROE	ROE
1,8	1,15	1,4	1,2	<1,05
3,5	1,2	1,3	1,25	
7	1,45	1,5	1,4	1,2
21				
29				2,5



Essa medida foi para avaliar o desempenho como transformador convencional. As células em branco na tabela significam que não foram feitas medidas.

O núcleo do yoke é semelhante ao FT240-61, e o do fly-back se sai melhor nas baixas frequências.

O núcleo de fly-back se aquece com 100W nas frequências acima de 14MHz. É a única situação onde houve aquecimento. Adiante se encontra considerações sobre potência máxima.

O transformador convencional como este raramente é utilizado hoje, é encontrado como acoplamento entre estágios em transmissores e receptores, p. ex. O motivo é o que as medidas indicaram, estreita faixa de abrangência em frequência. O balun sobre o yoke feito com cabo RG58 mostra que mesmo com linha de impedância correta e homogênea o resultado é medíocre, necessitando de compensação para melhorar (a linha bifilar que empreguei não tem impedância correta de 50 ohms para esse uso, o acerto se faz recobrando o fio para se chegar ao espaçamento correto). O usual e indicado é um transformador operando como linha de transmissão, o livro do Sevick é recheado de exemplos e medidas.

TABELA 4 - Reatância calculada e impedância medida

Reatância	FT240-61	Yoke coaxial	Yoke bifilar	Fly-back bifilar
Frequência				
1,8	357	158	203	1119
3,5	714	316	406	2238
7	1428	633	813	4476
21				
29	5715	2532	3255	17900
Impedância	FT240-61	Yoke coaxial	Yoke bifilar	Fly-back bifilar
Frequência				
1,8	370	170		1330
3,5	880	346		1080
7	>2000	830		630
21	614	880		286
29	380	490		216

A reatância foi calculada pela indutância medida com o LC meter em cerca de 700kHz. A impedância foi medida com analisador. A regra simples é que a reatância seja 4 ou 5 vezes maior que a impedância da carga/fonte. Portanto 200 ou 250 ohms. O balun sobre núcleo de yoke precisaria mais 1 ou 2 espiras para operar em 1,8MHz.

O balun feito com núcleo de yoke com cabo coaxial apresentou um pico de impedância de 1440 ohms em 13,3 MHz. Não foi feita essa medida nos demais.

Já o balun sobre núcleo de fly-back teria que ter menos espiras. Isso contudo aumentaria o fluxo magnético, causando perda e aquecimento em transmissão. A conclusão é que esse núcleo pode ser utilizado em 1,8 e 3,5MHz mas o uso dele nas frequências mais altas deve ser procedido por medidas.

Já o núcleo de yoke é ótimo (e de graça!) substituto para os núcleos toroidais com material 43 e 61, para uso em baluns, transformadores de impedância e até saída de transmissor.

Potência máxima:

Segundo as medições feitas por Sevick, núcleos de permeabilidade semelhantes de diferentes fabricantes têm mesmo resultado. Por isso, podemos por comparação descobrir a máxima potência que os núcleos de fly-back e de yoke podem suportar.

Núcleo de fly-back. Com 10 espiras e 100uH, máximo fluxo de 100 Gauss, a tensão máxima é de 29V, cerca de 17Watts! Em 3,5MHz a potência máxima é de 34W e em 7MHz 68W.

Aumentando o número de espiras (e indutância), a potência máxima sobe, entretanto, com uma indutância muito elevada e mais as capacidades parasitas, a impedância final pode ser muito baixa. Seria necessário medidas para descobrir.

Núcleo de yoke: Em 2MHz o protótipo deverá suportar 390W, 1350W em 7MHz; Aumentando o número de espiras, a potência máxima aumenta. Com 13 espiras deverá suportar 800W em 2MHz, 2900W em 7MHz. Esse cálculo é bastante folgado, com muita margem de segurança.

Por essa razão, se se quisesse um balun de 2 a 30MHz trabalhando sob potência máxima, seria necessário avaliar com critério o números de espiras para satisfazer a (1) indutância mínima, a (2) impedância mínima na frequência mais alta, e além disso a (3) potência máxima, obrigando a soluções de compromisso.

Para uso em antenas cobrindo trechos menores de frequência, p. ex. de 14 a 54MHz ou de 1,8 a 7MHz, é bastante fácil realizar um balun que trabalhará folgada e eficazmente, com baixíssimas perdas.

Exemplo de construção caseira de balun (QRP):

<http://www.qsl.net/py2rlm/balun.html>

O modelo construído com cabo RG-58 pode trabalhar com 1 kW, desde que a antena esteja casada (ROE baixa). A ROE elevada no cabo faz aumentar a tensão e corrente, portanto o cabo coaxial poderia não suportar; (o aumento de tensão E corrente nesse caso não deve levar a pensar que houve aumento "mágico" de potência, o que acontece é que tensão e corrente estarão fora de fase).



Experimentei fazer o enrolamento de outra forma, metade das espiras, então atravessando em diagonal o núcleo, e continuando no sentido contrário (o que faz que todas as espiras estejam no mesmo sentido). Segundo algumas recomendações, isso faz os extremos se situarem em locais opostos, diminuindo a capacidade parasita e aumentando a frequência mais alta de cobertura. Utilizei o mesmo pedaço de cabo coaxial. Não houve nenhuma diferença, todas as medidas de impedância se repetiram.



Eia o resultado da destruição necessária para se chegar aos núcleos!

Referências: Não conheço referências em português, com certeza existem. Abaixo coloco uma lista do que considero os textos mais fundamentais. Algumas publicações mais antigas contém informações incorretas pois se basearam em postulados que se demonstrou estarem errados.

"Transmission line transformers", Jerry Sevick, W2FMI, ARRL, 2001.

"Some aspects of the balun problem", Walter Maxwell, W2DU, QST Mar 1983.

"Some additional aspects of the balun problem", Roehm, W2OBJ, Antenna Compendium 2, ARRL, 1989.

"Baluns: what they do and how they do it", Roy Lewallen, W7EL, Antenna Compendium 1, ARRL, 1985.

"Exploring the 1:1 Current (Choke) Balun", Sabin, William E., W0IYH, QEX Jul 1997.

"Designing wideband transformers for HF and VHF Power Amplifiers", Chris Trask, N7ZWY, QEX Mar/Apr 2005.

Texto de Roy Lewallen, W7EL: <http://eznec.com/misc/ibalun.txt>

Texto e medidas de Tom Rausch, W8JI: http://www.w8ji.com/Baluns/balun_test.htm

Fair-Rite Technical Information: <http://www.fair-rite.com/newfair/pdf/Broadband.pdf>

[retorna ao início](#)