

## UM FILTRO INTERESSANTE

Por Luiz Amaral  
PY1LL/PY4LC

A Liga Brasileira de Radioamadores no Rio de Janeiro, LABRE-RJ, há muito tempo atrás fez um convênio com o departamento de engenharia eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, situada na Ilha do Fundão, na Baía de Guanabara. O convênio, agora não mais ativo, era para que se mantivesse uma estação de rádio pacote nas dependências daquele departamento com a possibilidade dos alunos aprenderem algo sobre radiocomunicação, etc.

Montada a estação e funcionando perfeitamente, tudo seguia seu curso normal até que foi instalada no mesmo telhado onde estava a antena do rádio pacote a antena da rádio FM da universidade, projeto que envolvia muitos departamentos. A distância entre as antenas era da ordem de 8 metros. Apesar da grande diferença de frequências entre o rádio pacote (na faixa de 145 MHz) e a rádio FM (na região dos 96 MHz), o campo da rádio de FM saturava completamente o receptor de rádio pacote. Dessa forma, quando a rádio FM entrava no ar, somente os radioamadores muito próximos da UFRJ conseguiam vencer o bloqueio do receptor e efetuar seus contatos de rádio pacote.

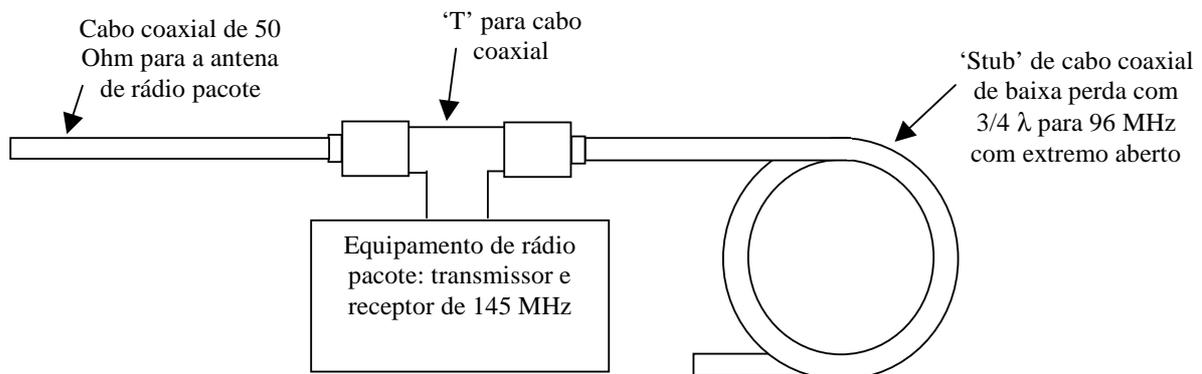
A solução escolhida foi a utilização de filtro de baixo Q para bloquear, no receptor de rádio pacote, os sinais no entorno de 96 MHz. O filtro mais barato é justamente implementado com cabo coaxial. Na figura abaixo se pode ver a configuração física da solução escolhida.

Um 'T' para cabo coaxial (do tipo grosso) é instalado entre o rádio transceptor e o cabo da antena. No terminal que sobra no 'T' é conectado um pedaço de cabo coaxial de um comprimento igual a um número ímpar de comprimentos de onda para 96 MHz, ou seja, a frequência que se deseja filtrar (eliminar da recepção) com o extremo livre aberto (impedância idealmente infinita). Esse cabo em aberto reflete um curto na frequência de 96MHz.

A pergunta é: qual o número ímpar que se deve escolher para o cabo se, teoricamente, qualquer um serve?

A resposta é simples: aquele que perturbar o menos possível a frequência de trabalho do rádio pacote, isto é, aquele que apresente em 145 MHz a maior impedância, pois esta se apresentará em paralelo com a antena de 50 Ohm.

No nosso caso específico,  $3/4 \lambda$  para 96 MHz apresentou a menor perturbação entre  $1/4$ ,  $3/4$  e  $5/4 \lambda$ . Dessa forma se escolheu o comprimento de cabo (stub) de  $3/4 \lambda$  como filtro com excelente resultado. Bloqueou totalmente o sinal da estação de FM de 96 MHz e não dava para se notar, em 145 MHz, nenhuma influência do 'stub', nem na transmissão e nem na recepção. Dessa forma o sistema de rádio pacote pode conviver harmoniosamente com a rádio FM sem nenhum problema.



A escolha do melhor comprimento de 'stub', isto é, entre os vários números ímpares de  $1/4 \lambda$  se faz considerando-se o 'stub' como uma linha ideal.

Para essas linhas, a impedância refletida  $Z_r$  num extremo de cabo de impedância característica  $Z_0$  quando se carrega o mesmo com uma impedância de carga  $Z_c$  é dada por:

$$Z_r = Z_0 \cdot (Z_c + j \cdot Z_0 \cdot t) / (Z_0 + j \cdot Z_c \cdot t) \quad (\text{I})$$

Onde  $j$  é o imaginário puro e  $t = \text{tg}(\beta \cdot L)$ , com  $\text{tg}$  a função trigonométrica **tangente**,  $\beta = 2 \cdot \pi / \lambda$  e  $L$  o comprimento físico do cabo e  $\lambda$  o comprimento de onda levando-se em conta o fator de velocidade. Estamos interessados no valor de  $|Z_r|$ , módulo de  $Z_r$ , refletido no 'T' coaxial na frequência de operação (no nosso caso, o rádio pacote em 145 MHz), com o cabo aberto, isto é,  $Z_c \rightarrow \infty$ . Com esses valores, pode-se reescrever (I):

$$Z_r = Z_0 / (j \cdot t) \text{ ou}$$

$$|Z_r| = Z_0 / t \quad (\text{II})$$

Exemplo de cálculo:

Seja a frequência interferente de 100 MHz e a de operação 145 MHz, a impedância característica do cabo coaxial de 50 Ohm e seu fator de velocidade de 0,66.

No espaço livre, o comprimento de onda de 100 MHz é de 3,0 m e, portanto, no cabo, é de 1,98 m. Isto corresponde a um comprimento físico do cabo de 0,495 m.

Calculemos  $|Z_r|$  em 145 MHz para os diversos valores do comprimento do 'stub', usando (II).

Para  $L = 1/4 \lambda$  de 100 MHz:

$$|Z_r| = 42,7 \text{ Ohm}$$

Para  $L = 3/4 \lambda$  de 100 MHz:

$$|Z_r| = 81,6 \text{ Ohm}$$

Para  $L = 5/4 \lambda$  de 100 MHz:

$$|Z_r| = 20,7 \text{ Ohm}$$

Como se pode ver, o comprimento que apresenta maior impedância em 145 MHz é o de  $3/4 \lambda$  de 100 MHz.

Dessa forma, um 'stub' de 1,485 m de cabo coaxial é o que se deve utilizar.

Claro que se se utilizar para o 'stub' um cabo coaxial de 75 ou 90 Ohm, pode-se obter menor influência ainda do filtro na frequência de operação, multiplicando-se por 1,5 ou 1,8 os valores ôhmicos obtidos.

Desenvolvi um programa chamado tlf.zip que executa os cálculos para esse tipo de filtro.

**Por Luiz Amaral  
PY1LL/PY4LC**