ENCURTAMENTO FÍSICO DE ANTENAS PARTE IV (FIM) *

Nesta última parte da série, o Autor descreve o cálculo de uma antena de duas faixas (40/80 m) com bobinas de carga ressonantes (filtros rejeitores).

J. J. TECIDIO JR., PY1DC

RETORNANDO ao trabalho desenvolvido por K1PLP, Jerry Hall, comentado nos artigos anteriores, outro colega americano, W7ZOI (W. Hayward), trouxe novos subsídios à matéria no QST de agosto 1976, pág. 38, aproveitando a equação básica (Parte I), de modo a torná-la aplicável a uma antena que possa operar em duas faixas (neste exemplo, 80 e 40 metros), conforme se acha representado na Fig. 4.1. Como é fácil compreender, nesta antena empregam-se circuitos ressonantes paralelos, que doravante denominaremos filtros rejeitores.

O cálculo do valor de C_T e L_T do filtro rejeitor é muito simples, aproveitando a indutância L_o dada pelas curvas levantadas por K1PLP e reproduzidas na Fig. 1 (Parte II). As novas fórmulas são:

$$L_T = L_o\left[1 - \left(\frac{f}{f'}\right)^2\right] \quad (1)$$

$$C_T = \frac{1}{\omega' L_T} \quad (2)$$

onde f = freqüência na faixa mais baixa em que vamos operar (80 m) e f' = freqüência na faixa mais alta (40 m).

Estas equações, infelizmente como é hábito de quem escreve para radioamadores, são "ditas" e não demonstradas. É um erro, no nosso entender, alegar-se ou fazer-se uma assertiva sem explicar o como e o porquê do fato, pois nem todos são profundamente versados no assunto. Assim, procedamos a um estudo para nos certificarmos de que as equações acima estão corretas e o porquê dos filtros ressonantes.

Primeiramente, vejamos como varia a impedância de um circuito **ressonante em paralelo** em função da freqüência. Para isso, observem a Fig. 4.2. Se variarmos as freqüências aplicadas ao circuito em torno da freqüência de ressonância, f_o, a impedância do circuito será **indutiva** às freqüências **abaixo** de f_o. Isso é facílimo de demonstrar matematicamente, mas não o fazemos para não alongar a explicação. Nas freqüências **acima** (isto é, mais altas) de f_o, a impedância desse circuito será **capacitiva**.

Na freqüência de **ressonância**, f_o, a impedância é **puramente resistiva** e tremendamente elevada (se a resistência ôhmica do fio, etc. for bem baixa, como geralmente o é). Com isso em mente, se fizermos o circuito paralelo ou seja o filtro rejeitor L_T — C_T da Fig. 4.2 **ressonante** em determinada freqüência, f', haverá uma freqüência f < f', que, aplicada a esse circuito em paralelo fará com que sua impedância seja **indutiva**.

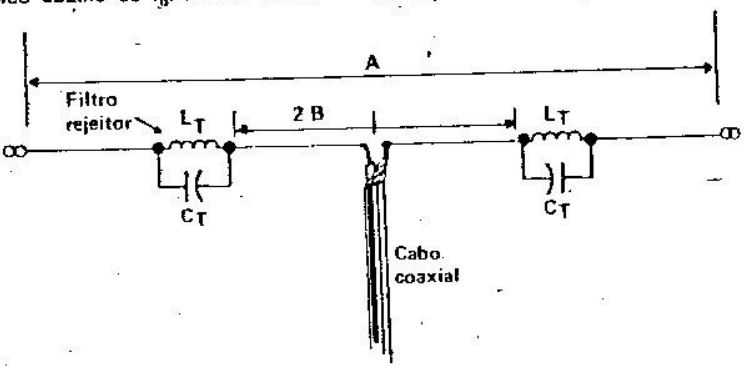

FIG. 4.1 — Antena para duas faixas, com filtros rejeitores ressonantes na freqüência da banda mais alta.

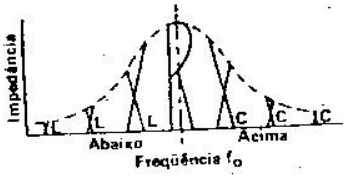

FIG. 4.2 — Variação da impedância de um circuito em paralelo, em torno da freqüência de ressonância.

(*) 1ª parte: Antenna, vol. 82, nº 3, setembro de 1979; 2ª parte: vol. 82, nº 4, outubro de 1979; 3ª parte: vol. 82, nº 5, novembro de 1979.

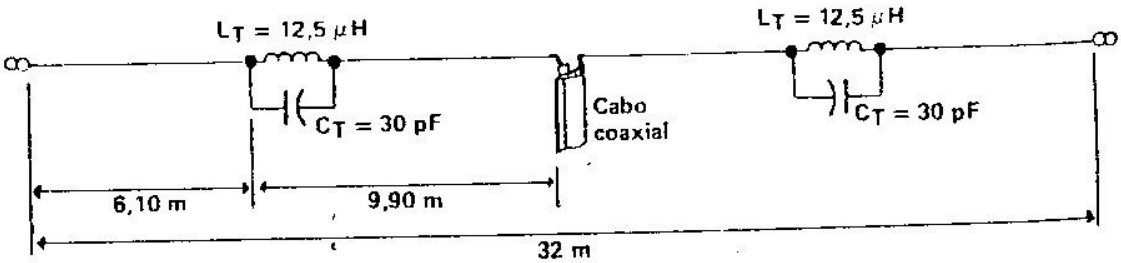

FIG. 4.3 — Dimensões finais da antena de duas faixas (3,7 e 7,2 MHz) alimentada simetricamente com cabo coaxial de 50 ou 75 Ω.

Armando a equação acima, teremos

$$20 = 55\left(1 - \frac{(3{,}6)^2}{(f')^2}\right)$$

Daqui, tiramos a freqüência de ressonância do filtro,

$$f' = \sqrt{\frac{713}{35}} = 4{,}51 \text{ MHz}$$

(É óbvio que se nos fosse autorizado operar em 4,51 MHz, teríamos aqui uma antena bibanda (3,6 MHz e 4,51 MHz).

Falta, agora, calcular o valor do capacitor C_T, que ficará em paralelo com o indutor de 20 μH escolhido "ad libitum". Ele é dado pela equação

$$C_T = \frac{25281}{f'^2 L_T}$$

$$\text{ou } \frac{25281}{(4{,}51)^2 \times 20} = 62 \text{ pF}$$

As dimensões físicas da antena continuam tais como foram calculadas inicialmente, com os parâmetros que deram para $L_o = 55$ μH. Com este artifício, reduzimos o tamanho dos indutores, colocando em paralelo com o novo valor (20 μH) um capacitor C_T. Este enxerto em nada prejudica o comportamento da antena na faixa de 80 metros.

CAPACITORES C_T DOS FILTROS

Estes capacitores podem ficar sujeitos a tensões elevadas. Para tornar compacto o filtro e permitir o alojamento do capacitor no próprio indutor, empregamos capacitores pequenos para 4,7 a 5 kV (usados em TV em cores). A este respeito, fomos consultados por um colega que, tendo encontrado pelo cálculo 55 μH para L_o (de acordo com este artigo), necessário para encurtamento da antena que projetara ressonante em 3,6 MHz, dispunha de dois capacitores de 47 pF (um para cada filtro), 4,7 kV. Assim, ele queria saber qual seria a indutância L_T do filtro, a partir dessa capacitância. O problema é fácil de resolver, o que demonstramos generalizando.

As equações de que vamos lançar mão já são nossas conhecidas, a saber:

Capacitância do filtro:

$$C_T = \frac{25281}{f'^2 L_T} \qquad \text{(a)}$$

onde f' é a freqüência de ressonância do filtro e L_T, sua indutância em μH. Temos, pois, C_T, mas desconhecemos f' e L_T. Estamos com um pequeno abacaxi na mão, ou seja, apenas uma equação com duas incógnitas, logo um sistema indeterminado. Mas se nos lembrarmos que

$$L_T = L_o\left(1 - \frac{f_o^2}{f'^2}\right) \qquad \text{(b)}$$

onde L_o é a indutância, em μH, do indutor para a antena bobinada (calculado "a priori" de acordo com as curvas), teremos à nossa disposição duas equações, (a) e (b) com duas incógnitas, logo perfeitamente resolvíveis. Eis a marcha do cálculo:

$$L_T = L_o\left(\frac{f'^2 - f_o^2}{f'^2}\right)$$

Transferindo esse valor de L_T para (a), temos:

$$C_T = \frac{25281}{f'^2\left(L_o \cdot \frac{f'^2 - f_o^2}{f'^2}\right)} = \frac{25281}{L_o f'^2 - L_o f_o^2}$$

$$f' = \sqrt{\frac{25281 + C_T L_o f_o^2}{C_T L_o}}$$

Encontrada f' (freqüência de ressonância do filtro), chegamos a C_T (capacitância que ficará em paralelo com L_T), por intermédio da equação (a), ou seja,

$$L_T = \frac{25281}{f'^2 C_T}$$

Exemplo. Tendo empregado as curvas para a antena que pretendemos bobinar, encontramos para $L_o = 55$ μH. A freqüência de ressonância escolhida foi de 3,6 MHz. Dispomos, na nossa sucata, de dois capacitores de 47 pF, para 4,7 kV, para cada filtro. Qual será a indutância de cada filtro e qual será sua freqüência de ressonância, f'?

RADIODIFUSÃO

- RD-1.000-D — Transmissor de ondas médias de 1.000 watts com redutor para 500 ou 250 watts — Cód. Dentel: 79/252.
- Linha completa para estúdio e equipamento auxiliar.
- Transformadores casadores de impedância.

Eletrônica Morato Ltda

Travessa Nen de Barros, 1 — Vila Mazzei — Fone: 203-8396 — São Paulo

NICAÇÕES

COLECIONADOR PROCURA

Transformador de modulação para Radiodifusão, em bom estado.

Não importa a resposta de áudio nem a distorção. Deve ter, no mínimo, 50 anos.

Ofertas sob "MUSEU DO RÁDIO", a/c C. P. 5596 São Paulo, SP — 01000.

$$f' = \sqrt{\frac{25281 + 47 \times 55 \times (3,6)^2}{47 \times 55}} = 4,77 \text{ MHz}$$

Notem bem que esta freqüência é a de ressonância do filtro, cuja indutância é:

$$L_T = \frac{25281}{(4,76)^2 \times 47} = 24\ \mu H$$

Se dispusermos na sucata de dois capacitores de 66 pF (um para cada filtro), para alta tensão:

$$f' = \sqrt{\frac{25281 + 66 \times 55 \times (3,6)^2}{66 \times 55}} = 4,46 \text{ MHz}$$

$$L_T = \frac{25281}{(4,53)^2 \times 66} = 19\ \mu H$$

ERRATA DA PARTE I

A última linha do quadro da Fig. 1.1 (pág. 276 de Antenna de setembro) deve-se ler:

D = diâmetro do radiador (fio da antena), em polegadas (1 polegada = 2,54 mm).

O engano estava evidente, pois especificar diâmetro de fios de antenas em pés é... dose para leão! Hi...

ooo — o — (OR 1453/4)