

ENCURTAMENTO FÍSICO DE ANTENAS

PARTE II *

J. J. TECIDIO JR., PY1DC

NA primeira parte desta série, explicamos detalhadamente as idéias do nosso colega norte-americano, Jerry Hall, K1PLP, provando que a melhor antena que um radioamador pode empregar, quando não dispõe de muito espaço, é um dipolo encurtado, cuja impedância é corrigida pelo emprego de duas bobinas iguais, colocadas simetricamente em relação às fontes de alimentação.

O valor da indutância dessas bobinas é determinado por uma fórmula bastante complicada, mas Jerry Hall encontrou uma maneira de transformá-la em um gráfico de uso simples, que aparece na Fig. 2.1.

Na Fig. 2.2 estão indicados os parâmetros que vamos usar para calcular as medidas da antena.

Para exemplificar, vamos calcular uma antena para trabalhar na faixa de 80 metros, na frequência de 3.5 MHz.

Procedemos de acordo com o seguinte roteiro:

a) Calculamos o comprimento normal de um dipolo de meia onda, com o emprego da fórmula clássica:

No primeiro artigo desta série foi feita uma apresentação da teoria e do cálculo de antenas encurtadas. Nesta segunda parte o Autor dá um exemplo prático de como dimensionar uma antena.

$$T = \frac{142,65}{f_0} \quad (1)$$

onde T é comprimento total da antena, em m, e f_0 é a frequência de ressonância, em MHz. No nosso caso:

$$T = \frac{142,65}{3,5} = 40,76 \text{ m}$$

b) Chamaremos de A (ver Fig. 2.2) o comprimento total da antena que temos condições para esticar, e que não deve ser menor do que 20% da onda ($0,2 \times 80 = 16 \text{ m}$). Para o nosso exemplo, escolhemos $A = 20 \text{ m}$, que foi o comprimento que este articulista (PY1DC) adotou em suas experiências.

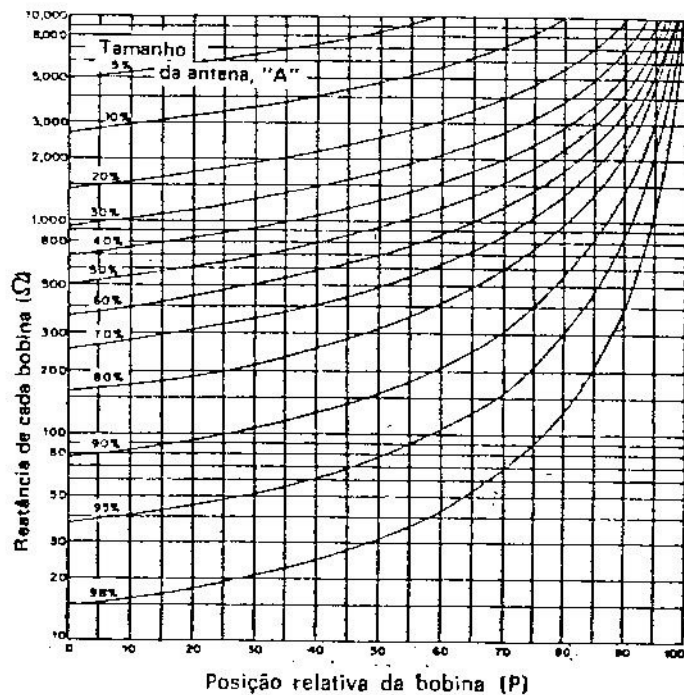
c) Calculamos a relação:

$$h = \frac{A}{T} \quad (2)$$

No nosso caso:

(*) 1ª parte: Antenna, vol. 82, nº 3.

FIG. 2.1 — Família de curvas para determinar a resistência aproximada das bobinas de carga.



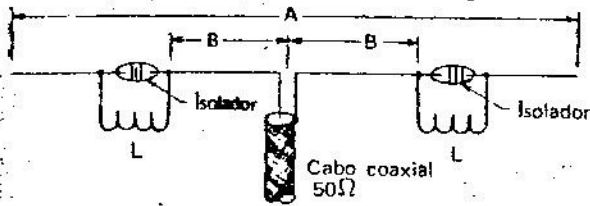


FIG. 2.2 — Antena dipolo aumentada eletricamente por meio de bobinas de carga. Para uma dimensão fixa A, obtém-se maior eficiência quanto maior a distância B, mas, por outro lado, aumentando-se B, L deve ser de maior valor, para que a ressonância se mantenha.

$$h = \frac{20}{40.76} = 0.491, \text{ ou } \approx 0.5$$

d) Localizamos na família de curvas A, da Fig. 2.1, aquela que corresponde ao valor 0.5 ou 50%.

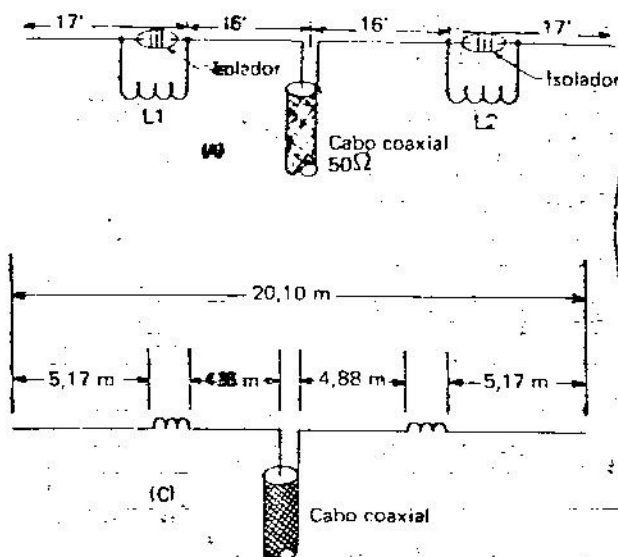
e) Escolhemos arbitrariamente a distância B contada do centro da antena (ver Fig. 2.2) em que pretendemos posicionar a bobina (lembre-se de que, quanto mais afastado for B do centro, tanto melhor). Calculamos o percentual de B sobre $\frac{A}{2}$.

$$\text{isto é, } p = \frac{B}{A/2} = \frac{2B}{A} = p \quad (3)$$

Vamos admitir que, no exemplo, escolhemos $B = 4,88 \text{ m}$

$$\text{Então, } p = \frac{2 \times 4,88}{20} = 0,485 = 48,5\%$$

FIG. 2.3 — (A) Dipolo para 40 metros bobinado para operação em 80 metros. A indutância de cada bobina, em μH , deve ser de: para 3,6 MHz, 40 μH ; para 3,75 MHz, 35 μH ; para 3,9 MHz, 31 μH . (B) Curvas da impedância de ponto de alimentação da antena bobinada mostrada em A (traço cheio), comparadas com uma antena de meia onda de comprimento, para 80 metros. (C) Dimensões de A no sistema métrico.



f) Na linha inferior da família de curvas, le calizamos o valor de p acima achado, arredondando-o para 0,5 ou 50%.

g) Na interseção da ordenada levantada deste ponto com a curva de 50% previamente achada, temos 900 Ω , que será a reatância indutiva, X_L , correspondente a cada bobina.

h) A indutância, em μH , será então, para L , em μH :

$$\frac{900}{2\pi f_0} = \frac{900}{2\pi \times 3,5} = 41 \mu\text{H} \quad (4)$$

(usaremos fio de cobre nº 14 AWG).

Para outras frequências preferenciais da faixa, teríamos: 3,75 MHz: 35 μH ; 3,9 MHz: 31 μH (cada bobina — fio 12); 4,0 MHz: 29 μH .

Conforme foi dito na parte inicial desta série, a impedância da antena somente será uma resistência pura na exata frequência de ressonância para a qual foi calculada a distância das bobinas. Acima e abaixo desta frequência, a impedância será complexa e, para demonstrar essa variação, o nosso amigo Jerry empregou o diagrama conhecido como Gráfico de Smith. Como prometemos, vamos descrever a maneira prática de representar as impedâncias nesse diagrama.

Para esse exemplo, vamos utilizar a antena da Fig. 2.3, que é uma antena de 40 metros, ressonante em 3,55 MHz, bobinada com indutores calculados de acordo com as curvas da Fig. 2.1.

O gráfico de Smith nada mais é que uma forma de representação que nos permite obter uma visão global ou panorâmica do comportamento de uma antena quando opera em várias frequências dentro

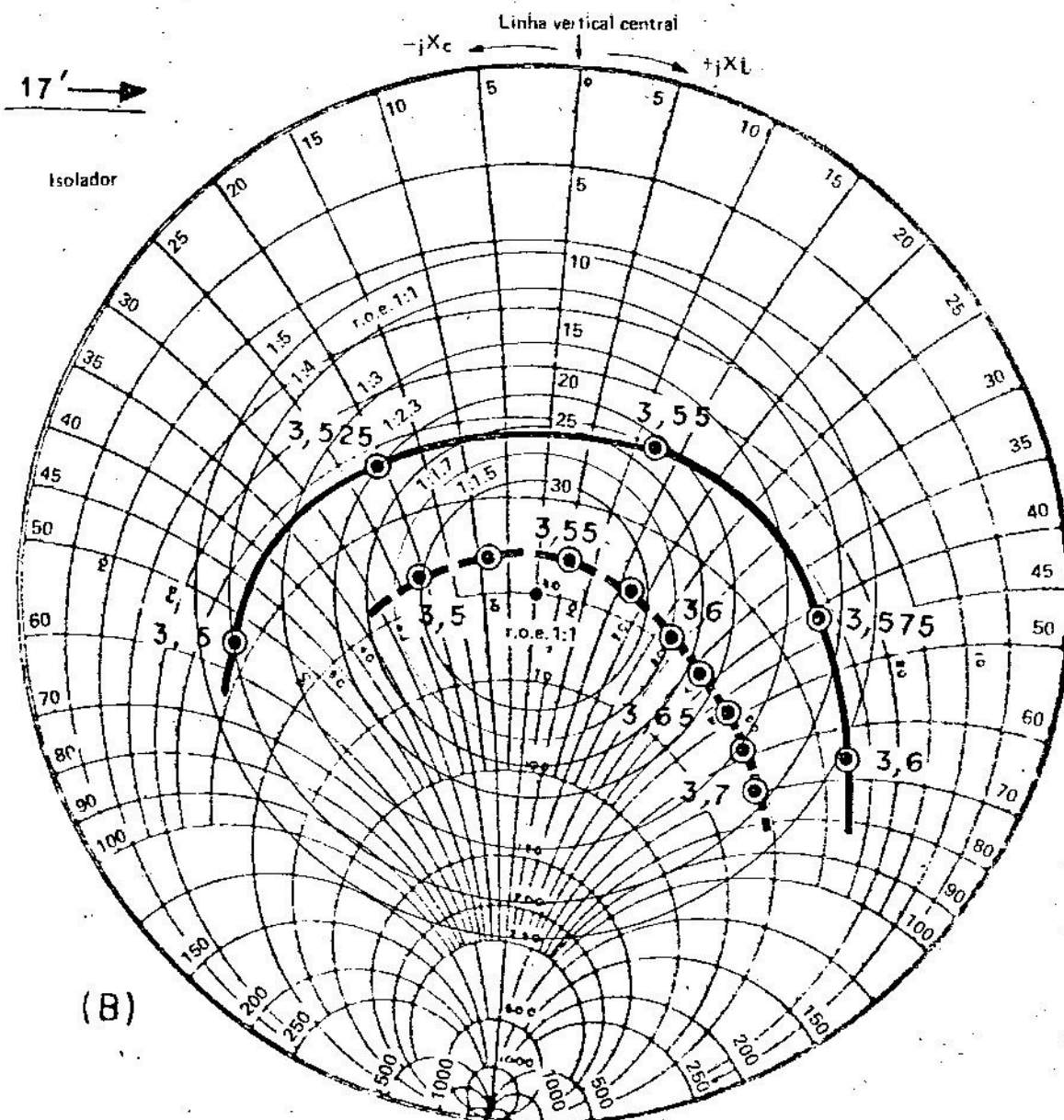


FIG. 2.4 — Ampliação das curvas da Fig. 2.3, que representam a Impedância no ponto de alimentação da antena encurtada A. Foram acrescentados os círculos que representam a r.o.e. naquele ponto.

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 Mazzel — Fone: 203-8396 — São Paulo

INSTALAÇÃO FÍSICA DE COMPUTADORES



SISTEMA

CONSTRUÇÕES LTDA.

CLN 407 — BLOCO B — LOJAS 43/47
TELEFONES: 0621 — 272-4992 — 273-1310
BRÁSILIA, DF

de uma faixa específica. As comparações giram em torno da frequência de ressonância da antena, que, no exemplo da Fig. 2.3 foi de 3,55 MHz. As coordenadas ortogonais do gráfico de Smith nos habilitam a conhecer as componentes resistiva, R , e reativa, jX , ou seja, a expressão $R + jX$ da impedância complexa de entrada da antena, segundo a frequência de operação. É óbvio que, na frequência de operação preferida, isto é, 3,55 para a qual a antena foi calculada, a impedância Z_a de entrada da antena é puramente resistiva, ou seja, $Z_a = R_a + j0$. Acho que compensa darmos uma explicação sucinta do emprego desse gráfico de Smith. Na Fig. 2.4 reproduzimos, ampliado, o gráfico da Fig. 2.3 de Jerry, mas acrescentamos círculos que representam relações de ondas estacionária (r.o.e.).

- a) A linha central vertical representa valores ôhmicos não reativos de 50 ohms.
- b) Reatâncias capacitivas ($-jX$) estão marcadas à esquerda da linha vertical central.
- c) Reatâncias indutivas ($+jX$) estão marcadas à direita da linha vertical central.
- d) As relações de ondas estacionárias (r.o.e.), com respeito à linha de alimentação coaxial de 50 ohms ($Z_c = 50$) que foi empregada, é conhecida medindo-se primeiramente, com um compasso na carta, a distância entre seu ponto central e a curva de impedância atinente à frequência indicada. Em seguida, transfere-se essa distância do compasso para a linha vertical central do gráfico (tendo sempre o ponto central como origem). Faz-se a leitura nessa linha na interseção do arco de círculo com a linha vertical. Divide-se por 50 (impedância característica Z_c da linha de alimentação) o valor achado, e temos a r.o.e. no ponto de alimentação da antena.
- e) A referida r.o.e., ou melhor, as referidas r.o.e., estão representadas por círculos que foram por nós marcados para suplementar o trabalho de Jerry.
- f) Na Fig. 2.4 estão consignadas (curva superior de traço contínuo) as impedâncias do ponto de alimentação da antena encurtada, segundo a frequência de operação (3,5, 3,525, 3,55, 3,575, 3,6 MHz).
- g) Na curva inferior, em traços interrompidos, estão marcadas as impedâncias de uma antena

de meia onda normal (naturalmente não bobinada) ressonante também em 3,55 MHz (40,23 metros de comprimento, alimentação central). Nessa curva tracejada, estão representadas as impedâncias de entrada quando a antena, ressonante em 3,54 MHz, é operada em 3,5, 3,54, 3,55, 3,6, 3,65, 3,7 MHz.

h) Não nos aprofundaremos na manipulação do gráfico de Smith para não tornar este artigo demasiado extenso e estéril. Aqueles que desejarem mais conhecimentos encontrarão explicações adequadas na esplêndida obra "Teoria e Problemas de Linhas de Transmissão", do Prof. Robert A. Chipman Ph. D., da Universidade de Toledo, Ohio, E.U.A., em competente tradução do Eng. Ivan José de Albuquerque.

Se compararmos as duas curvas da Fig. 2.4 (a de traço contínuo e a de traço interrompido) re-presentando, a primeira, a antena bobinada de Jerry, e a segunda, uma antena normal de meia onda, ambas ressonantes na frequência de 3,54 MHz, observaremos o seguinte:

1. A inegável superioridade do dipolo clássico de meia onda de comprimento, pois, com ele, a faixa de operação dentro da banda de 80 metros é muito mais ampla sem a inconveniência de variações violentas da r.o.e., como acontece com a antena encurtada. É claro que, à medida que fomos aumentando o comprimento de nossa antena encurtada até chegarmos ao comprimento de meia onda, essas variações de r.o.e. não serão tão violentas.
2. Reparem como a curva da antena de meia onda clássica é mais "apertada" e está mais próxima da linha vertical de 50 Ω (Z_c da linha de alimentação). A antena bobinada, que está ressonante em 3,54 MHz, apresenta uma r.o.e. no ponto de sua alimentação de 2,3:1, como mostra o círculo r.o.e., ao passo que a antena clássica de meia onda apresenta uma r.o.e. muito mais baixa: 1,62:1.
3. Se passarmos a operar a mesma antena bobinada em 3,6 MHz, a r.o.e. no ponto de alimentação será de 5:1, ao passo que, na antena de meia onda, será apenas de cerca de 1,7:1.
4. É preciso lembrar que a faixa de 80 metros é a de maior largura entre aquelas destinadas aos amadores, isto em termos percentuais de frequência central, e, por conseguinte, sofre maiores variações de r.o.e. de ponta a ponta da faixa.

A conclusão a que se chega é que, nas antenas bobinadas, não podemos nos afastar muito da sua frequência de ressonância nas faixas mais baixas pois começam a aparecer r.o.e. fortes na linha de alimentação. Esta situação melhora, como já dissemos, à medida que o comprimento global da antena encurtada se aproxima de meio comprimento de onda, que é o ideal. Assim, uma antena bobinada não é uma maravilha, mas... quem não tem cão caça com gato.

Na terceira parte da série daremos informações de como construir as antenas encurtadas.

(Continua no próximo número)