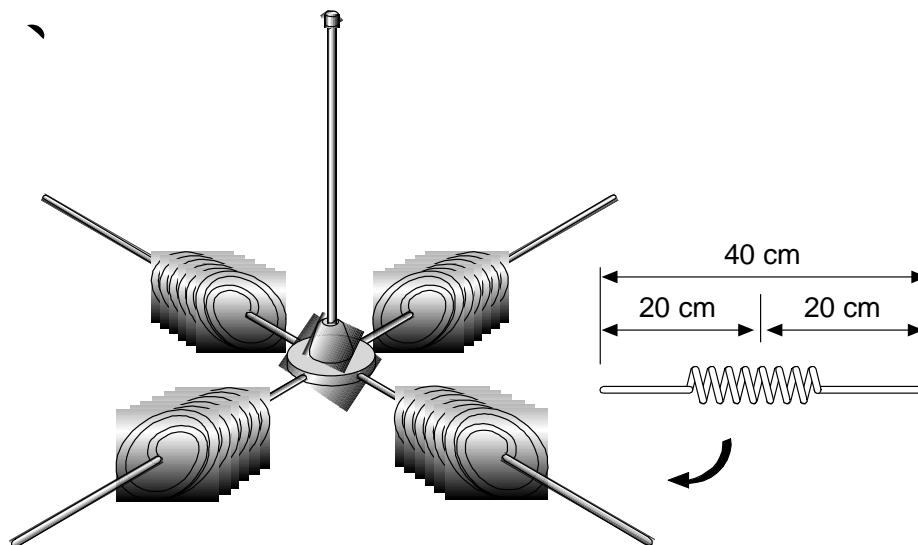


MANUAL DE CÁLCULO DE ENCURTAMENTO DE ANTENAS



CÁLCULO PARA ENCURTAMENTO DE ANTENAS DIPOLOS E OUTRAS

Por falta de espaço ou vantagens práticas, nem sempre é possível usar o comprimento real de uma antena para um aparelho transmissor. Por exemplo, querendo transmitir em 80 metros, podemos não ter à disposição o espaço necessário para estender um fio de 40 metros de comprimento, também não seria prático usar, num retransmissor portátil de 27MHz, um ponteiro de 2,25 metros, o que ainda seria demasiado para um aparelho portátil.

Por este motivo, procurou-se a forma de se poder construir uma antena com a qual se obtivesse uma relação óptima de redução/rendimento.

Encontramos um retransmissor portátil que em vez de ter uma antena de 2 metros de comprimento, como seria de esperar dispõe de uma pequena antena com uns 50 ou 60 centímetros. Podem perguntar: — Como é possível?... e o rendimento?

Em relação ao rendimento, podemos dizer que quanto mais se encurta a antena mais ele diminui, mas na prática, muitas vezes vale a pena reduzir o comprimento da antena, e sacrificar 10% ou 20% da potência total.

Para fazer com que uma antena mais curta entre em ressonância na frequência desejada é necessário acoplar-lhe uma BOBINA DE COMPENSAÇÃO que possa compensar, como a própria palavra o diz, a redução no comprimento.

Até aqui tudo muito bem, mas consultando alguns textos sobre antenas de retransmissores, para saber onde e como inserir esta bobina, e como calcular as espiras em função do comprimento e da frequência, não encontramos nada que nos pudesse ajudar.

Portanto, poder-se-á perguntar: Se estas antenas existem, deve existir uma fórmula para as calcular, por muito complexa que seja... Claro que existe!

E também podemos reproduzi-la no nosso artigo se a acharem útil. No entanto. Com experiências que fizemos, constatamos que os valores obtidos com esta fórmula não condiziam com os valores práticos.

Em todos os casos tivemos sempre que fazer grandes alterações no número de espiras calculadas. Assim decidimos tentar simplificar este cálculo para, que qualquer pessoa, facilmente pudesse calcular o número de espiras a enrolar na bobina.

Sendo este um cálculo teórico, na prática, está sempre sujeito a um ‘erro’ de tolerância. De qualquer forma, já é muito bom saber que encurtando bastante o comprimento da antena, são necessárias 20 espiras e não 4 ou 70.

Esta bobina, teoricamente talvez tivesse que ter 18 ou 22 espiras, mas na prática, só depois de construída é que poderemos saber o número exacto de espiras que deve ter.

Neste artigo pretendemos ensinar-vos como é possível, utilizando uma bobina de compensação, diminuir notavelmente o comprimento de uma antena, de modo que também com dimensões mais reduzidas a antena esteja igualmente em condições de irradiar um sinal de alta-frequência.

Utilizando uma antena retráctil, e com um medidor de ONDAS ESTACIONARIAS, será muito fácil, alongando ou encurtando a antena, determinar se esta deve ser alongada ou encurtada, ou se se deve alterar o número de espiras da bobina.

De facto, estes cálculos não poderão condizer com os valores práticos devido aos inúmeros factores em causa, alguns imprevisíveis. Por exemplo, calculando uma antena para um retransmissor portátil e instalando-o num automóvel, consoante o ponto onde for fixado (no tejadilho, no guarda-lamas, etc.) esta poder-se-á comportar quase como uma 'Ground-Plane' com uma impedância de cerca de 35 ohms. Para se obterem 75 ohms de impedância, ter-se-ia que a ALONGAR ou então aumentar o número de espiras da BOBINA de compensação, visto que na prática a bobina tem menos espiras do que as calculadas.

O mesmo acontece com um dipolo, cuja impedância varia em função da altura acima do terreno. Como nunca se sabe ao certo qual é a impedância de uma antena, também neste caso será necessário alterar o número de espiras (ou alongar ou encurtar ligeiramente a antena), ao mesmo tempo que se vão medindo as ondas estacionárias.

O que é preciso salientar, é que, com os cálculos que vamos apresentar, tereis um ponto válido de partida, que vos permitirá, com uma grande aproximação, calcular uma BOBINA de compensação apropriada à antena que quiserdes encurtar.

A Tabela 1, como poderão constatar, é muito fácil de usar e abrange todas as frequências. Os exemplos, que como de costume não nos esquecemos de apresentar, permitir-vos-ão esclarecer quaisquer dúvidas que posam ler.

COLOCAÇÃO DA BOBINA

Numa antena REDUZIDA, convém inserir a bobina de compensação, no ponto de alimentação (isto é, onde se liga o cabo coaxial), ou entre este, ou meio da antena).

Se, por exemplo, tivermos um dipolo (ver Fig. 1) cujos braços tem 2 metros de comprimento. A bobina de compensação pode ser colocada junto ao ponto de ligação do cabo coaxial, ou entre este ponto e um ponto que não esteja a mais de metade do comprimento do braço. Podemos também ultrapassar este ponto. Mas como veremos nos cálculos, para manter o rendimento da antena, quanto mais nos afastamos do centro, maior deverá ser a bobina.

Também no caso das antenas em ponteiro (ver Fig. 2) como as empregadas no retransmissor portátil e no carro, é válido o que atrás se disse, não se devendo portanto, ultrapassar o 'meio ponto' da antena

No caso das antenas Ground-Plane (ver Fig. 3). por vezes, é preferível não diminuir o ponteiro vertical, mas, sim os braços horizontais, aplicando em cada um deles uma bobina de compensação. É possível diminuir também, em proporção, o comprimento do ponteiro vertical e os braços horizontais, como se pode ver na Fig. 4.

CÁLCULO DA BOBINA

Para calcular a BOBINA DE COMPENSAÇÃO proceda da seguinte maneira:

- 1) Calcule o COMPRIMENTO DE 1/4 DE ONDA com a seguinte fórmula:

$$71 : \text{MHz} = \text{comprimento de } 1/4 \text{ de onda em metros}$$

NOTA - Quem leu o artigo precedente poderá notar que para calcular o comprimento de 1/4 de onda, esta fórmula não é correcta pois:

$$(300:4):\text{MHz}$$

obtem-se

$$75:\text{MHz}$$

A observação é justa: porém, depois de calcular o COMPRIMENTO FÍSICO exacto, será preciso multiplicar este número pelo factor **K** com um valor FIXO de 0,9467, obtendo assim o número por nós usado na equação:

$$75 \times 0,9467 = 71$$

- 2) Calcule o **ENCURTAMENTO PERCENTUAL DA ANTENA**:

$$(L: 1/4 \text{ de onda}) \times 100 = \text{percentual da antena.}$$

Onde **L** é o comprimento da antena que queremos utilizar e 1/4 de onda é o comprimento, em metros, que deveria ter, valor este que obtivemos com a fórmula apresentada.

- 3) Conhecendo **L**, isto é, o comprimento que queremos dar à antena, é necessário decidir em que ponto da antena vamos inserir a bobina de compensação, e calcular a razão **A/L** da seguinte forma:

$$(A: L) \times 100 = \text{percentual da POSIÇÃO DA BOBINA.}$$

Onde **A** é a distância ao ponto de inserção da bobina, e **L** o comprimento do braço da antena, também em metros (ver fig. 7 e 8).

- 4) Entrando na tabela 1 com o percentual do ENCURTAMENTO DA ANTENA e percentual da POSIÇÃO DA BOBINA, achamos um NÚMERO com o qual podemos calcular a INDUTÂNCIA que deve ter a bobina:

$$\text{Indutância} = \text{NÚMERO DA TABELA: } (6,28 \times \text{MHz}) \text{ — em microhenri}$$

- 5) Sabendo a indutância que a bobina deve ter, podemos usar a tabela 2, 3, 4, ou 5, ou a seguinte fórmula, para calcular o número de espiras que a bobina deve ter:

$$\text{INDUTÂNCIA} = \frac{(N \times N) \times D}{1010 \times (L : D + 0,45)} \text{ microhenry}$$

Onde:

N = número de espiras

H = indutância da bobina em microhenry

L = comprimento da bobina em mm

D = diâmetro da bobina em mm

Se a nossa revista não se chamasse NOVA ELECTRÓNICA, poderíamos considerar o assunto encerrado: porém, estamos convencidos, que muito embora as noções fornecidas, nem todos se sentirão aptos a encarar uma tarefa como esta.

Portanto, apresentaremos outro exemplo de cálculo, esperando conseguir eliminar qualquer pequena incerteza que ainda vos possa restar.

CALCULO DE UM DIPOLO ENCURTADO

Querendo transmitir na banda dos 21 MHz, e pretendendo utilizar o sótão da casa, começaremos por calcular o comprimento de cada braço de uma antena de 1/4 de onda, com a fórmula:

$$71: \text{MHz} = \text{comprimento do braço}$$

portanto teremos:

$$71: 21 = 338 \text{ metros (veja Fig. 5).}$$

No nosso sótão, considerando também os isoladores que deverão ser aplicados nas extremidades do dipolo, temos disponíveis 4 metros úteis (ver Fig. 6), pelo que cada braço do dipolo não poderá ter mais do que 2 metros.

Podemos, agora, calcular o PERCENTUAL de comprimento da antena, utilizando a fórmula:

$$(\text{L: comprimento de } 1/4 \text{ onda}) \times 100$$

portanto teremos:

$$(2: 3,38) \times 100 = 59\%$$

Como se pode ver na Fig. 7, arbitrariamente escolhemos colocar a bobina à distância de 0,5 metros do ponto de ligação do cabo coaxial à antena.

Agora calcularemos o PERCENTUAL de posição da bobina em função de **L**, que no nosso caso será 2 metros, utilizando a fórmula:

$$(\text{A: L}) \times 100$$

com **L** = 2 metros e **A** = 0,5 metros, teremos:

$$(0,5 \times 2) \times 100 = 25\% \text{ percentual de posição da bobina}$$

Na Tab. 1 procuraremos na vertical o PERCENTUAL DE ENCURTAMENTO, **L**, que no nosso caso é 59% e na horizontal o PERCENTUAL DA POSIÇÃO DA BOBINA = **A**, que no nosso exemplo é 25%.

Na vertical encontraremos só 57,5 e 60%, isto é, faltam os 59%), portanto, sendo 59 mais próximo de 60 utilizaremos esta coluna.

Interceptando 60 na vertical com 25 na horizontal, encontraremos o número 475; este número representa o factor a usar na fórmula de cálculo da indutância da bobina.

Com a próxima fórmula, calcularemos a indutância que a bobina de compensação deverá ter:

$$H = \text{NÚMERO DE TABELA} : (6,28 \times \text{MHZ})$$

obteremos:

$$475 : (6,28 \times 21) = 3,6 \text{ microhenry}$$

Agora podemos cortar os dois braços do dipolo, nos pontos marcados com a letra **A** (ver Fig. 8), e inserir as bobinas de 3,6 micro Henry.

Mais adiante veremos como é que se calcula o número de espiras que devem ter as bobinas.

CÁLCULO DE UM PONTEIRO ENCURTADO

Temos um aparelho de radiocomando portátil, que funciona na frequência dos 72 MHz, no qual queremos utilizar um ponteiro de 0,40 m de comprimento. Queremos pois calcular a bobina a inserir neste ponteiro de forma a ajustá-lo aos 72 MHz

Primeiro, calcularemos o comprimento real de 1/4 de onda, utilizando a fórmula:

$$71 : 72 = 0,98 \text{ metros (comprimento de 1/4 de onda)}$$

Querendo utilizar um ponteiro com apenas 0,40 metros, vamos calcular o PERCENTUAL DE ANTENA, usando a seguinte fórmula:

$$(0,4 : 0,98) \times 100 = 40,8\% \text{ (percentual de antena utilizada)}$$

Admitindo que se quer aplicar a BOBINA DE COMPENSAÇÃO na base da antena (ver fig. 10) o percentual será **O**, portanto, consultando a tabela 1 procuraremos na vertical os 40% e na horizontal o 0%. Na intersecção encontramos o número 690.

Com este número, podemos calcular a indutância da bobina de compensação da seguinte forma:

$$\text{Indutância} = N : (6,28 \times \text{MHZ})$$

$$690 = (6,28 \times 72) = 1,52 \text{ micro Henry}$$

Agora falta apenas calcular o número de espiras necessárias para obter uma bobina com uma indutância de 1,52 micro Henry.

Para a mesma antena, além de se colocar a bobina de compensação na base da antena, deseja-se colocá-la a 12 cm de distância da sua extremidade inferior (ver fig. 11).

Ora como **L** continua a ser 0,40 metros (portanto o percentual da antena é de igual modo 40,8%) bastará calcular a relação **A/L** da seguinte maneira:

$$(0,12: 0,40) \times 100 = 30\% \text{ (percentual de posição da bobina)}$$

Na tabela N 1 procuraremos na vertical o número 40 (como 40,8% não se encontra na tabela, usamos o número mais aproximado do valor que pretendemos) e na horizontal o número 30; no cruzamento destes dois números encontraremos o número 950.

Calculemos agora a indutância da bobina:

$$950: (6,28 \times 72) = 2,1 \text{ microhenry}$$

Como podem ver, quanto maior for a distância de inserção, maior terá que ser a indutância. ou seja, são necessárias mais espiras na bobina de compensação o que obteremos consultando as tabelas números 2, 3 e 4.

CÁLCULO DE UMA GROUND-PLANE

No caso de uma Ground-Plane, pode ser conveniente encurtar só os braços horizontais, não alterando o comprimento do ponteiro vertical (veja fig. 13).

Vamos admitir que se quer fazer uma Ground-Plane para a banda dos 27 MHz, com os braços horizontais apenas com 40 cm de comprimento.

Em primeiro lugar, calcularemos o comprimento de 1/4 de onda que poderemos utilizar como medida para o ponteiro vertical:

$$71: \text{MHz} = \text{comprimento de } 1/4 \text{ de onda}$$

teremos portanto:

$$71: 27 = 2,62 \text{ m}$$

NOTA: é óbvio que este comprimento deverá ser ajustado com a ajuda de um medidor de ondas estacionárias.

Como queremos que os braços horizontais não tenham mais de 40 cm (= 0,4 m) começaremos por calcular o percentual de encurtamento da antena. utilizando a fórmula seguinte:

$$(0,4:2,62) \times 100 = 15\% \text{ do comprimento utilizado}$$

Querendo aplicar a bobina de compensação a 20 cm do ponto de inserção, acharemos o percentual de **A** sobre **L** e teremos:

$$(20:40) \times 100 = 50\% \text{ percentual de posição da bobina}$$

Utilizando a tabela 1 procuraremos na coluna vertical os 15% e na horizontal os 50%, pelo que no cruzamento encontraremos o número 3700 que nos dará a conhecer o valor da indutância.

$$3700: (6,28 \times 27) = 21,8 \text{ microhenry}$$

Em cada um dos braços horizontais (sejam eles 3 ou 4) inserimos uma bobina que tenha uma indutância de 21,8 microhenry. Além de cortar os braços horizontais poderemos também reduzir o comprimento do ponteiro vertical (ver fig.)14).

Admitamos que queremos encurtar o ponteiro vertical para 1,30 m; como já sabemos, deveremos estabelecer o percentual de encurtamento da antena:

$$(1,30: 2,62) \times 100 = 49,6\% \text{ (arredondaremos p/50\%)}$$

Suponhamos que em tal ponteiro seja conveniente colocar a bobina de compensação na base. Deste modo, o percentual de inserção da bobina é = 0%.

Na tabela 1 verificaremos que aos 50% (coluna vertical) e 0% (coluna horizontal) corresponde o número 500.

Agora calcularemos a indutância da bobina com a fórmula habitual:

$$500: (6,28 \times 27) = 2,9 \text{ microhenry}$$

Como podem constatar, encurtando menos o comprimento do ponteiro, a bobina de compensação terá que ter uma indutância também menor.

NESTE PONTO...

Certamente todos terão percebido o procedimento a adoptar para calcular a bobina de compensação. Porém, é óbvio, que para obter com a fórmula apresentada o número de espiras que se desejam, conhecendo só o valor da indutância, é necessário efectuar mais operações.

Para vos facilitar os cálculos, nas tabelas n.º 2 e 3 reproduzimos os dados para uma bobina enrolada com fio de cobre esmaltado de 0,5 mm o com um diâmetro de 10 a 15 mm.

Na tabela n.º 4 apresentamos os dados para uma bobina enrolada com fio de cobre de 1 mm. com espiras espaçadas de 1 mm a 1,5 mm e com um diâmetro de 20 mm (fio esmaltado).

Na tabela n.º 5 apresentamos os dados para uma bobina enrolada com fio de cobre de 2 mm, com espiras espaçadas de 1 mm a 1,5 mm e com um diâmetro de 40 milímetros.

E óbvio que não nos é possível apresentar todos os valores de indutância a partir de 1 espira até 100 espiras.

De qualquer modo, os dados fornecidos bastarão para ajudar a obter os valores intermédios. Por exemplo, se precisamos de uma indutância com 3,5 microhenry. e na tabela apenas encontramos valores para 3 ou 4 microhenry, é evidente que não se deve enrolar a bobina com metade das espiras em relação às requeridas pela diferença existente entre uma bobina de 3 e de 4 microhenry.

As bobinas com as espiras unidas, devem ser usadas, como já foi dito, para o transmissor de pequena potência. enquanto que para o de potência maior convém usar bobinas com espiras espaçadas.

A bobina pode ser construída sem suporte algum, ou com um suporte de material isolante, como por exemplo, plástico, acrílico ou cerâmico.

CONCLUSÃO

Como já havíamos dito, os valores de indutância que se obtêm desta forma, são teóricos, isto é, por factores que são difíceis de determinar, à priori, dificilmente inserindo o número de espiras requerido, podereis ter uma certeza matemática de que a vossa antena apresentará à frequência de trabalho exactamente uma impedância de 52 ohms.

Só por coincidência é que a indutância que se calcula e a medida são iguais.

Portanto, ao efectuar os cálculos não se preocupem com os decimais, porque quase sempre é preciso fazer pequenos *ajustes* no comprimento da antena, ou variar o número de espiras da bobina.

Será o medidor de ondas estacionárias que vos confirmará se a antena está devidamente ajustada. Recordamos que encurtando uma, já é óptimo obter uma relação de ondas estacionárias de 1,5-1,8.

Normalmente, se a bobina for usada num ponteiro, ser-vos-á fácil, com o medidor de ondas estacionárias, verificar se, diminuindo ou aumentando ligeiramente o comprimento da antena, as ondas estacionárias aumentam ou diminuem.

Para obterem a relação de ondas estacionárias, se não puderem aumentar ou diminuir o comprimento da antena, como no caso de um dipolo, poderão experimentar com duas bobinas suplementares uma com menos e outra com mais espiras do que as calculadas. Experimentando com as três bobinas, é possível determinar se a bobina deve ter mais ou menos espiras.

Este é um método empírico, talvez mais válido que o teórico, não se conseguindo, no entanto, nunca resultados perfeitos.

Os cálculos teóricos servirão na prática para determinar se é necessária uma bobina com 5 espiras ou 70. Se as 70 espiras deverão ser só 68 ou 73, só pode ser determinado como transmissor em funcionamento.

TABELA 2

SUPORTE Ø 10 mm. - FIO Ø 0,5 mm.			
Nº espiras	Juntas	Espaçamento 1 mm	Espaçamento 1,5mm
1	9.01	-	-
2	0,07	0,06	0,05
3	0,14	0,11	0,09
4	0,24	0,16	0,14
5	0,35	0,25	0,19
6	0,47	0,28	0,23
7	0,60	0,34	0,28
8	0,74	0,40	0,33
9	0,89	0,47	0,38
10	1,04	0,53	0,43
12	1,35	0,66	0,52
14	1,68	0,79	0,62
16	2,02	0,92	0,72
18	2,37	1,05	0,82
20	2,73	1,18	0,92
22	3,09	1,31	1,01
24	3,45	1,44	1,11
26	3,82	1,57	1,21
28	4,19	1,70	1,31
30	4,56	1,83	1,41
32	4,94	1,96	1,51
34	5,32	2,1	1,61
36	5,70	2,23	1,71
38	6,08	2,36	1,80
40	6,46	2,49	1,90
45	7,42	2,82	2,15
50	8,39	3,15	2,40
55	9,35	3,48	2,65
60	10,3	3,81	2,89
65	11,3	4,14	3,14
70	12,2	4,47	3,39
75	13,2	4,80	3,64
80	14,23	5,13	3,88
85	15,22	5,46	4,13
90	16,20	5,79	4,38

TABELA 3

SUPORTE Ø 15 mm. - FIO Ø 0,5 mm.			
Nº espiras	Juntas	Espaçamento 1 mm	Espaçamento 1,5mm
1	0.03	-	-
2	0,11	0,10	0.09
3	0.24	0,19	0.17
4	0,40	0.30	0.26
5	0.60	0.42	0.36
6	0.82	0.54	0,46
7	1.06	0.67	0.56
8	1,32	0.80	0.67
9	1,60	0.93	0.77
10	1,89	1.07	0.88
12	2,51	1.35	1.09
14	3.17	1.63	1.31
16	3.86	1.91	1.53
18	4.58	2.20	1.74
20	5.32	2.49	1,96
22	6,07	2.78	2.18
24	6.84	3.07	2.40
26	7,62	3.36	2.63
28	8.41	3.65	2.85
30	9,22	3.95	3.07
32	10	4.24	3.29
34	10,8	4,53	3.51
36/	11,6	4.83	3.73
38	12.5	5.12	3.95
40	13,3	5.42	4.18
45	15.4	6.15	4,73
50	17.5	6.89	5.29
55	19.6	7.63	5.84
60	21.8	8.37	6.40
65	23,9	9.11	6.95
70	26.1	9.85	7.51
75	28,3	10.59	8.07
80	30.4	11.33	8.62
85	32,6	12,07	9.18
90	34.8	12,82	9.74

TABELA 4

SUPORTE Ø 20 mm. - FIO Ø 1 mm.			
Nº espiras	Juntas	Espaçamento 1 mm	Espaçamento 1,5mm
1	0,03	-	-
2	0,14	0,13	0,12
3	0,29	0,25	0,23
4	0,48	0,39	0,36
5	0,70	0,55	0,49
6	0,95	0,71	0,63
7	1,21	0,88	0,77
8	1,49	1,05	0,92
9	1,78	1,23	1,06
10	2,08	1,41	1,21
12	2,71	1,78	1,52
14	3,37	2,15	1,82
16	4,05	2,53	2,13
18	4,75	2,91	2,44
20	5,46	3,3	2,75
22	6,18	3,68	3,06
24	6,91	4,07	3,37
26	7,64	4,46	3,69
28	8,39	4,85	4
30	9,13	5,24	4,32
32	9,89	5,63	4,63
34	10,6	6,02	4,94
36	11,4	6,41	5,26
38	12,1	6,80	5,57
40	12,9	7,2	5,89
45	14,8	8,18	6,68
50	16,7	9,16	7,47
55	18,7	10,1	8,26
60	20,6	11,1	9,05
65	22,6	12,1	9,84
70	24,5	13,1	10,6
75	26,5	14	11,4
80	28,4	15	12,2
85	30,4	16	13
90	32,4	17	13,7

TABELA 5

SUPORTE Ø 40 mm. - FIO Ø 2 mm.			
Nº espiras	Juntas	Espaçamento 1 mm	Espaçamento 1,5mm
1	0,07	-	-
2	0,28	0,11	0,10
3	0,59	0,20	0,19
4	0,97	0,31	0,29
5	1,41	0,43	0,39
6	1,9	0,54	0,5
7	2,42	0,66	0,60
8	2,98	0,79	0,71
9	3,56	0,91	0,82
10	4,16	1,04	0,93
12	5,43	1,29	1,15
14	6,74	1,55	1,37
16	8,11	1,81	1,59
18	9,50	2,06	1,82
20	10,9	2,32	2,04
22	12,3	2,59	2,26
24	13,8	2,85	2,49
26	15,2	3,11	2,71
28	16,7	3,37	2,94
30	18,2	3,63	3,16
32	19,7	3,89	3,39
34	21,2	4,16	3,61
36	22,8	4,24	3,84
38	24,3	4,68	4,07
40	25,8	4,95	4,29
45	29,7	5,60	4,86
50	33,5	6,26	5,42
55	37,4	6,92	5,99
60	41,3	7,58	6,55
65	45,2	8,24	7,12
70	49,1	8,90	7,68
75	53	9,56	8,25
80	56,9	10,2	8,81
85	60,8	10,8	9,38
90	64,8	11,5	9,94

FIGURAS A CONSULTAR

Fig. 1 - Num dipolo encurtado a bobina pode ser inserida desde um ponto muito próximo ao ponto de ligação ao cabo coaxial até ao meio ponto do braço.

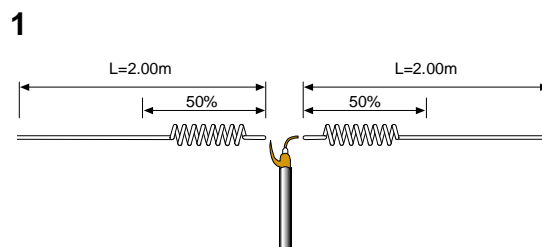


Fig. 2 - Até no ponteiro a ser usado num automóvel com o retransmissor, a bobina de compensação deve ser colocada desde a base até ao meio ponto do ponteiro.

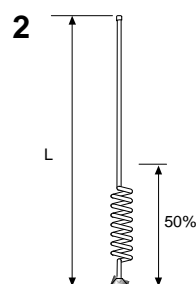


Fig. 3 - No caso de uma Ground-Plane pode-se deixar o ponteiro com o comprimento calculado e encurtar só os braços horizontais.

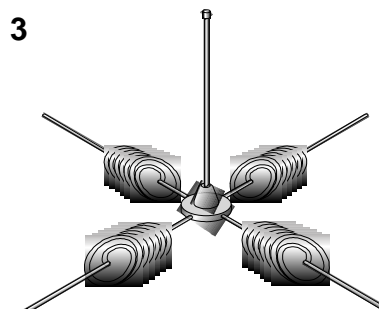


Fig. 4 - Como se pode ver nesta figura também se podem encurtar na mesma antena o ponteiro e os braços horizontais

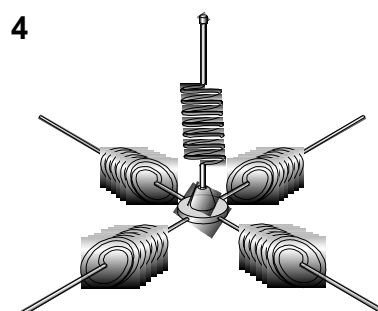


Fig. 5 - Querendo transmitir na frequência de 21 MHz, o dipolo deverá ter o comprimento de 6,76 metros, isto é, com dois braços de 3,38 metros cada um. Se quiséssemos encurtá-lo, teríamos de inserir bobinas que compensassem a redução no comprimento.

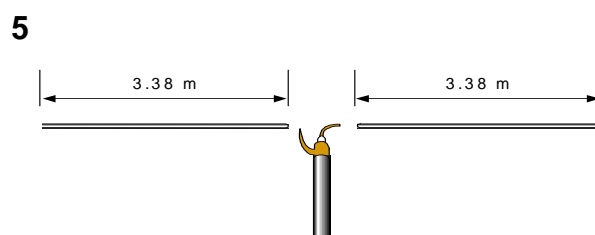


Fig. 6 - Se quisermos reduzir o dipolo para 4 metros, isto é, 2 metros por braço, há que calcular primeiro, como explicado no texto, o percentual de encurtamento.

6

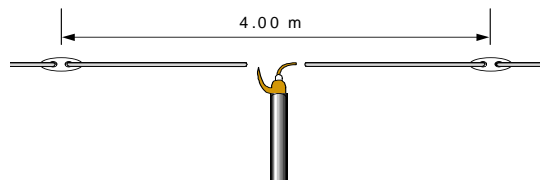


Fig.7 - Desejando inserir a bobina de compensação a 0,50 m do ponto de alimentação da antena, será necessário calcular o percentual de posição da bobina, A/L .

7

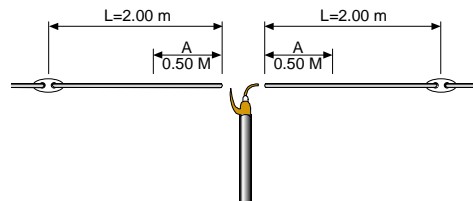


Fig. 8 - Uma vez calculados os dois percentuais podemos obter na tabela 1 um número, com o qual será possível calcular a indutância que deve ter a bobina de compensação. Como é óbvio, teremos que inserir uma bobina em cada um dos braços da antena.

8

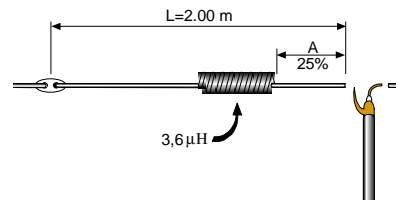


Fig. 9— Querendo encurtar consideravelmente a antena de um transmissor de radiocomando, Ter-se-á que, como fizemos com o dipolo, calcular o percentual de encurtamento.

9

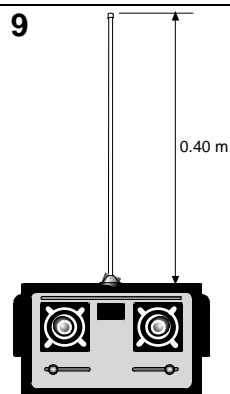


Fig. 10 — Se colocássemos a bobina na base do ponteiro, como o percentual de posição da bobina seria 0, não poderíamos calcular a indutância

10

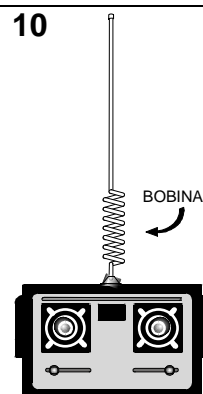


Fig.11 - Colocando a bobina aproximadamente a 12cm da base já podemos calcular a indutância. Podíamos colocá-la mais acima, mas nesse caso teria que ter uma maior indutância.

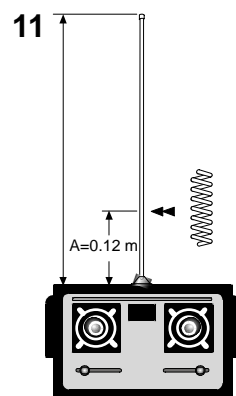
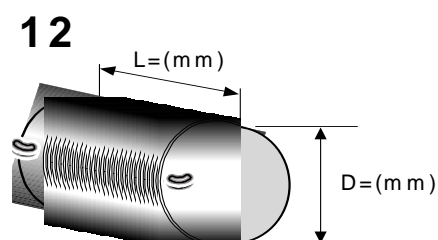


Fig. 12 - Para calcular a indutância de uma bobina, conhecendo o número de espiras, o comprimento L e o diâmetro interno D em milímetros, podemos usar a seguinte fórmula



$$\text{INDUT\AA N CIA} = \frac{(N \times N) \times D}{1010 \times (L + D + 0,45)} \text{ microhenry}$$

Fig. 13 - Querendo encurtar braços horizontais de uma Ground-Plane», teremos que, como em todos os outros exemplos, calcular os percentuais de encurtamento e posição da bobina.

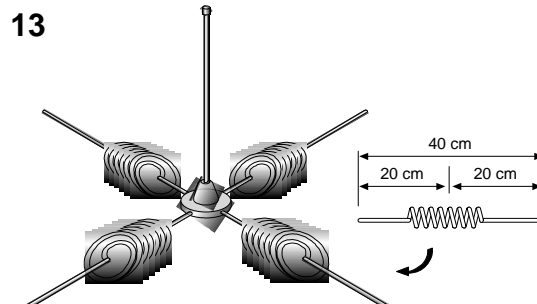


Fig. 14 - Encurtando o ponteiro e os braços horizontais, pode-se usar um percentual de posição no ponteiro e outro diferente nos braços horizontais, logicamente usando bobinas com indutâncias também diferentes,

