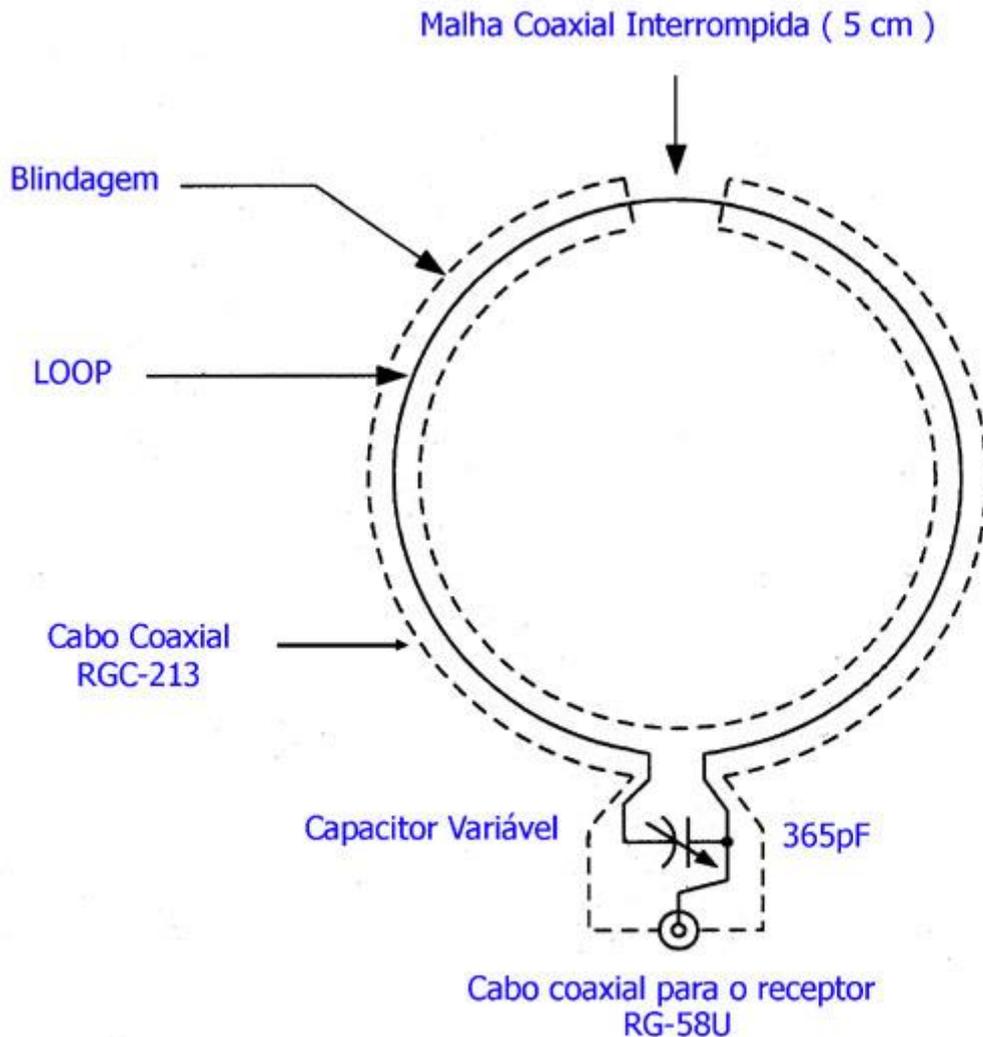


## Antena Loop Magnéticas



### Esquema elétrico da antena loop coaxialblindada

Entre numerosas outras aplicações e vantagens, as antenas magnéticas podem resolver problemas de rádioescutas residentes em apartamentos. É de [conhecimento](#) que os sinais do transmissor ao receptor estão sendo transmitidos por meio de ondas eletromagnéticas. Como se depreende do próprio nome, as ondas eletromagnéticas têm dois componentes : elétrico e magnético.

Para acoplar os transmissores e receptores às ondas eletromagnéticas, faz-se uso, em geral, nas ondas curtas, do componente elétrico. Por outro lado, os receptores domésticos portáteis, de ondas médias, longas e tropicais, via de regra, são equipados com antenas de bastão de ferrite, [fazendo](#) uso do componente magnético das ondas, Quanto maior o comprimento de onda, mais vantagem apresenta a antena magnética. Para uso em Ondas Curtas até Ondas Médias, as antenas de recepção mais convenientes são as magnéticas, como de ferrite ou de loop blindadas que iremos abordar ( obviamente com blindagem interrompida ).

Os componentes elétrico e magnético da onda eletromagnética são perpendiculares um ao outro. Como exemplo que evidencia essa relação angular, podemos comparar as antenas clássicas dipolo com as antenas loop. As antenas dipolo tem o tamanho físico da mesma ordem de grandeza que o comprimento de onda para a qual foram projetadas. Elas apresentam o [lóbulo principal](#) e conseqüentemente maior alcance e sensibilidade no

eixoperpendicular aos planos em que seus elementos estão situados. Estas antenas operam com o componente elétrico da onda.

As antenas loop, embora de forma semelhante, tem dimensão física, no mínimo, oito vezes menor do que o comprimento de onda para o qual foram destinadas. Elas tem a sensibilidade máxima em seu próprio plano, e mínima no eixo perpendicular a este, isto é, existe uma diferença de 90° entre as direções de captação de uma antena dipolo e de uma loop. Esses 90° são exatamente os que separam o componente magnético da onda com que trabalha a antena loop do componente elétrico da onda com o qual trabalha a antena dipolo.

No caso da recepção de sinais em ondas curtas e médias, já se percebe uma das grandes vantagens da antena magnética em relação às antenas elétricas : o tamanho sensivelmente reduzido. Há porém, muitas outras vantagens, como as que seguem :

- 1) sua altura não é crítica como a das antenas elétricas, economiza torre e cabo coaxial e pode operar eficientemente na altura dos próprios apartamentos;
- 2) o efeito de blindagem da parede de alvenaria sobre a antena magnética é muito menor do que seu efeito de blindagem eletrostática sobre a antena elétrica;
- 3) a antena magnética pode operar bem em qualquer frequência entre os limites para ela estabelecidos;
- 4) sendo simétrica, pode ser aterrada diretamente, o que reduz ainda mais as eventuais interferências provocadas;
- 5) na recepção, por apresentar uma largura de faixa bem reduzida, tem uma recepção bem menos suscetível a interferências;
- 6) em áreas onde o nível de interferência é muito elevado, a recepção nítida pela antena magnética pode ser melhorada ainda mais se se aplicar sobre a antena uma blindagem eletrostática devidamente interrompida;
- 7) sendo o comprimento da linha de transmissão insignificante com relação à necessária a uma antena montada em torre, ela não somente custa bem menos mas também elimina as perdas causadas pela longa linha de transmissão;
- 8) não cria problemas com síndicos e vizinhos tanto em relação ao uso do telhado como no inconveniente de se estender fios pela janela do apartamento;
- 9) pode ser transportada para as casas de veraneio, e utilizada em dx-camps com o mínimo de tempo de montagem e desmontagem.

É óbvio que o uso da tecnologia tem o seu preço, no caso das antenas magnéticas, o preço é que elas devem ser ajustadas sempre para a frequência na qual devem operar. Uma questão importante a se considerar é a cobertura de faixas da antena magnética. Cada antena magnética cobre continuamente uma gama de frequências até uma proporção de aproximadamente 2:1. Assim, a antena poderia ser projetada, por exemplo, para operar em 10 a 20 metros ou para 20 a 40 metros.

#### **Montagem da Loop Coaxial Blindada para Ondas Curtas**

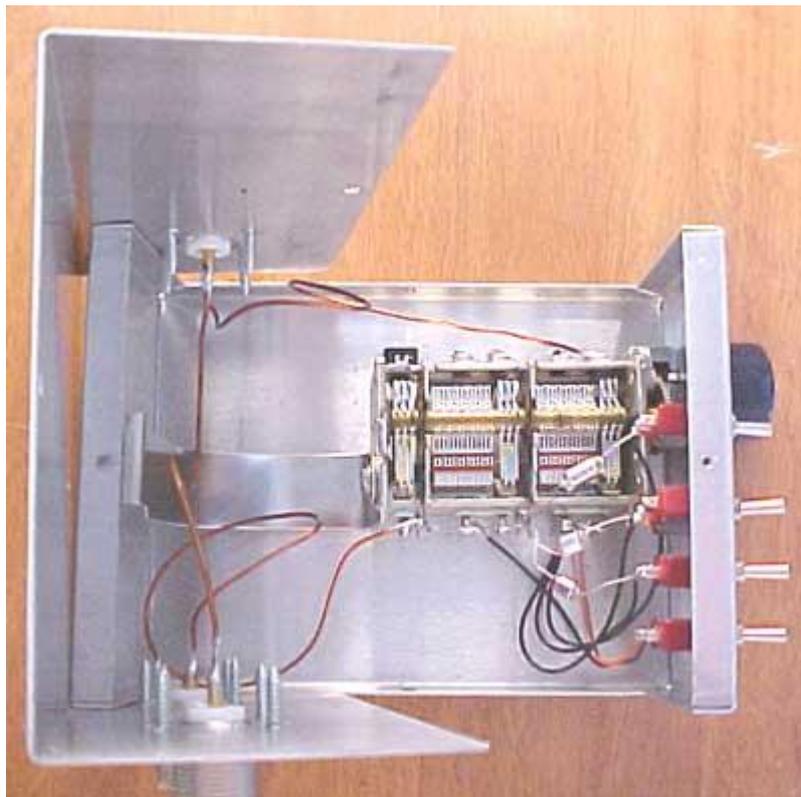
Para a montagem da loop coaxial é importante o acondicionamento do capacitor variável dentro de uma caixa de alumínio, pois além de ser condutor e naturalmente permitir o aterramento da malha do coaxial, também permite o uso de capacitores variáveis que apresentam um de seus pólos - normalmente a sua própria carcaça.

Nesta configuração, foi utilizado cabo coaxial de 50 Ohms RGC-213, que apresenta a bitola do fio vivo 13AWG. Além de mecanicamente resistente, permite moldar com mais facilidade a sua forma, neste caso, circular. O comprimento do cabo utilizado foi de 3,14 metros que corresponde naturalmente a um círculo com raio de 1 metro.



**Figura 1**

Na caixa de alumínio estaráfíxado o capacitor variável, tanto para precisão de uso, quanto para contatoelétrico de seu pólo, e também, estarão afixados devidamente aparafusados osconectores fêmeas tipo UHF para conectar o cabo coaxial da antena propriamentedita. Também, serão afixadas as chaves bipolares que irão comutar as seções docapacitor variável, de forma a sintonizarmos em faixas estreitas de freqüências.



**Figura 2**

O capacitor utilizado éfabricado pela ALPS e apresenta 5 seções, configurado em 2 seções de 15 a 365pfe 3 de 5 a 15 pF. Para permitir melhor seletividade, utilizei a configuraçãoconforme ilustrado na Figura 3.

Observação importante : ocapacitor não deve ter a sua carcaça aterrada para não causar curto entre amalha e o fio vivo do coaxial. Caso o capacitor possua a carcaça como

contato das suas placas, deverá ser isolado da caixa metálica utilizando uma fita de borracha isolante.

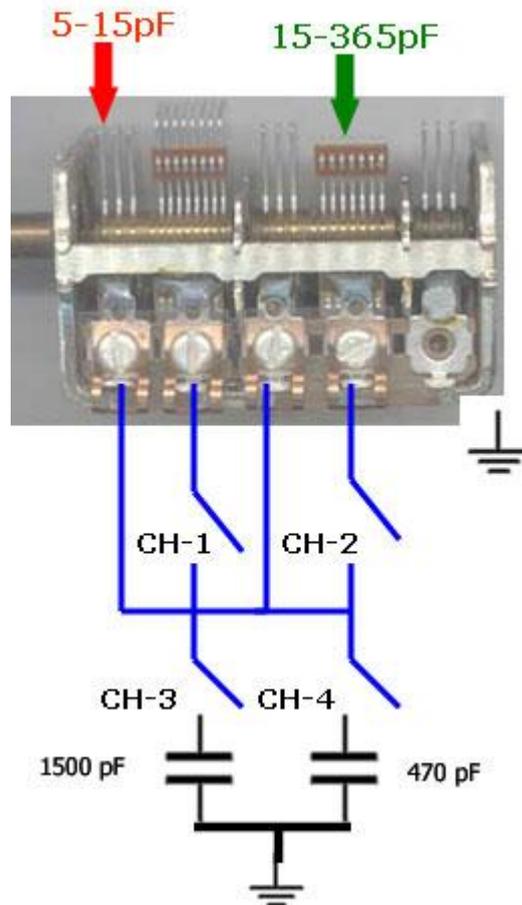


Figura 3

Com todas as 4 chaves desligadas, a configuração padrão é utilizar duas seções de 5-15 pF somadas ( em paralelo ). Ao se acionar a primeira chave, coloca-se em paralelo mais uma seção, desta vez de 15-365 pF, a segunda chave, ativa a segunda seção de 15-365 pF, sendo que a última seção restante de 5-15 pF, fica sem uso. Adicionalmente, para abaixar a frequência de ressonância, são adicionados dois capacitores de Styroflex de 470 pF e 1500 pF, para possibilitar o uso em Ondas Médias, porém, sem seletividade adequada. O uso de capacitor fixo de Styroflex, é em função da sua qualidade em altas frequências. Em função da configuração utilizada, a sequência das chaves é sequencial, ou seja, aumenta a capacitância gradativamente.

No centro exato do cabo coaxial deve-se abrir a malha em uma distância de 5 centímetros mantendo o cabo interno vivo intacto e coberto pelo material isolante do próprio cabo, conforme mostrado na Figura 4.



Figura 4

Para isolar este trecho, a opção mais interessante é utilizar fita de auto fusão, disponível para isolamento elétrico. Esta fita não possui cola, e sim, através de um processo químico específico, ao se estender a fita até torná-la aproximadamente 20 % maior que seu

tamanho original, inicia um processo químico. Ao se enrolar a fita no fio que se deseja isolar, a fita se derrete isolando hermeticamente o material. Para extraí-la, só cortando-a, diferente da fita isolante comum que utiliza cola.



Figura 5

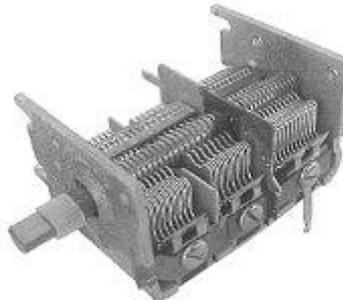
Na Figura 6 podemos ver os detalhes dos conectores e a chave utilizada na montagem do circuito sintonizador da antena loop coaxial blindada. Da esquerda para a direita, o conector macho em detalhe PL-259, e sua visão lateral. Também, a chave bipolar e o conector fêmea.



Figura 6

### Loop Coaxial para Ondas Tropicais

De forma a se abaixar a frequência de operação da antena loop coaxial, utilizando o mesmo cabo coaxial de 1 metro de diâmetro, utilizamos um capacitor variável de 3 seções de 410pf. Desta forma, podemos sintonizar desde 1.6 MHz até aproximadamente 8 MHz. Utilizando o mesmo sistema de chaves para colocar em paralelo mais duas seções além da primeira, ainda utilizamos um capacitor fixo de 1200 pf de styroflex, ligado através da terceira chave.



Capacitor variável de 3 seções de 410 pf



Circuito sintonizador da antena loop coaxial para Ondas Tropicais

### Equações para Cálculo da Indutância e Frequência de Ressonância

Equação da Indutância - unidades em metros

$$L = 0.2 * P * [Ln[4000 * (P / D) ] - Forma ]$$

L = indutância em microHenry (  $\mu$ H )

P = tamanho da circunferência ( perímetro )

Ln = log natural

D = diâmetro do condutor externo do cabo coaxial em milímetros

Parâmetro "Forma" da Equação de Indutância

Círculo	Hexágono	Quadrado	Triângulo
2.451	2.66	2.853	3.197

Diâmetro externo do condutor externo do cabo coaxial

<b>RGC-213</b>	<b>RG-58</b>
<b>13 mm</b>	<b>3.175 mm</b>

Cálculo da Reatância Indutiva

$$Xl = 2 * 3.14159 * F * L$$

Xl = Reatância em Ohms

F = frequência central desejada em MHz

L = indutância em micro Henry (  $\mu$ H )

Cálculo da Capacitância Necessária para Ressonância

$$C = \frac{10^6}{2 * 3.14159 * F * Xl}$$

C = Capacitância em picroFarads ( pF )

XI = reatância indutiva em Ohms

F = freqüência em MHz

Cálculo da Freqüência Ressonante

$$F = \frac{10^6}{2 * 3.14159 * \sqrt{L * C}}$$

C = Capacitância em picroFarads ( pF )

L = indutância em micro Henry ( µH )

F = freqüência de ressonância em kHz

### **Exemplo de Dimensionamento de Antena para 5 Mhz**

Seguindo a teoria de dimensionamento de pequenas Loops, existem referências bibliográficas que estas antenas devem apresentar o tamanho geral de  $\leq 0.22 \lambda$  ( menor do que 22 % do comprimento de onda da frequência desejada ), variando até  $\leq 0.10 \lambda$ . O livro ANTENA ARRL recomenda o dimensionamento do comprimento da antena  $\leq 0.085 \lambda$  para pequenas loops. Para efeito de cálculo, arbitrei o valor de  $0.10 \lambda$  e o formato circular.

Comprimento do perímetro da antena loop para a freqüência de 5 MHz :

$300 / 10 * 0.1 = 6$  metros

\* arbitrado o tamanho de **3.14 metros** de circunferência, o que equivale ao diâmetro exato de 1 metro; cabo RGC-213 e capacitor variável de três seções de 410 pF

Indutância da antena loop:

$$L = 0.2 * 3.14 \left[ \ln \left[ \frac{4000 * 3.14}{13} \right] - 2.451 \right]$$

$$L = 2.77 \mu H$$

Cálculo da reatância indutiva do loop :

$$Xl = 2 * 3.14159 * 5 * 2.77$$

$$Xl = 87 \text{ Ohms}$$

Capacitância necessária para ressonância em 5 MHz :

$$C = \frac{10^6}{2 * 3.14159 * 5 * 87}$$

$$C = 366 \text{ pF}$$

Cálculo da freqüência ressonante REAL da antena :

Uma vez calculado a indutância do loop, a sua reatância para a freqüência desejada de operação e determinado o valor do capacitor necessário para ressonância nesta freqüência, iremos calcular a faixa de operação REAL da antena levando em consideração a capacitância introduzida pelo cabo coaxial.

O cabo coaxial RGC-213 apresenta a capacitância de 100 pF / metro, no nosso caso, como utilizamos 3.14 metros de cabo, teremos aproximadamente 314 pF EM PARALELO com o capacitor variável de 410 pF que utilizaremos.

Desta forma, a nossa capacitância total REAL irá variar na faixa de :

$$Ct = C0/I + C213$$

CT = capacitância total

C0/I = capacitância inicial e final do variável ( 41 a 410 pF )

C213 = capacitância do cabo coaxial ( 314 pF )

$$Ct0 = 41 \text{ pF} + 314 \text{ pF} = 355 \text{ pF} \text{ ( capacitância inicial mínima )}$$

$$CtI = 410 \text{ pF} + 314 \text{ pF} = 724 \text{ pF} \text{ ( capacitância final máxima )}$$

Freqüência ressonante inicial REAL :

$$F_0 = \frac{10^6}{2 * 3.14159 \sqrt{2.77 * 724}}$$

$$F_0 = 3.555 \text{ kHz}$$

Freqüência ressonante final REAL :

$$F_I = \frac{10^6}{2 * 3.14159 \sqrt{2.77 * 355}}$$

$$F_0 = 5.000 \text{ kHz}$$

Conclusões :

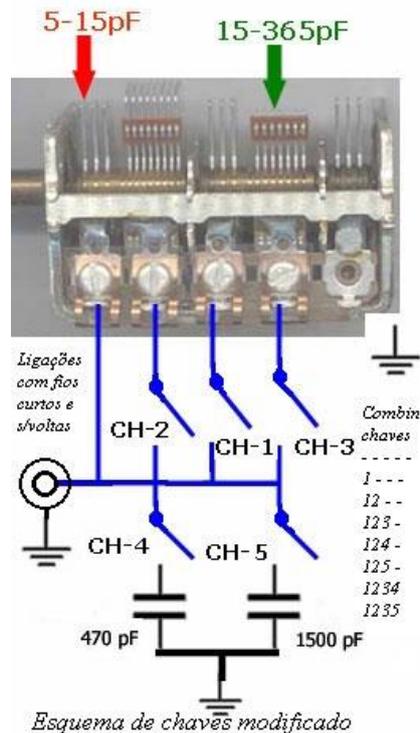
Após o dimensionamento da antena, e determinação dos valores das indutâncias e capacitância teórica necessária para ressonância na frequência desejada, introduzimos o valor da capacitância do cabo coaxial, e determinamos a banda passante real da antena, que no nosso caso é de 3.55 MHz a 5.0 MHz.

De forma a diminuir a frequência de operação, acrescentamos em paralelo mais seções do capacitor variável, através de chaves comutadoras.

Se utilizarmos cabo coaxial RG-58 ( que é mais fino ), aumentaremos a frequência de operação em função da menor indutância deste, o que será interessante para as Ondas Curtas, no caso de se utilizar o cabo RGC-213, teremos melhor resultado em Ondas Tropicais. Ambos os cabos introduzem capacitância no sistema e da mesma grandeza, o grande desafio, é dimensionar o loop em conformidade com a frequência de operação, e utilizar a mesma caixa de suporte que condiciona o capacitor variável e as chaves comutadoras que adicionam seções do capacitor variável e até capacitores fixos. É bom frisar que são diversos fatores que influenciam no resultado final, como a característica real do cabo utilizado, a imprecisão da fórmula de cálculo da indutância, detalhes mecânicos de montagem, enfim, o importante é termos uma referência da metodologia e técnica utilizada, para podermos trabalhar dentro de faixas de tolerância as menores possível.

Assim, podemos ter de forma prática e rápida, uma antena multi funcional para espaços limitados e sujeitos a ruídos elétricos.

**Alternativa de Configuração das Chaves de Capacitância**



Esquema modificado desenvolvido por Eng. [Martin Jenny](#) . Conheça mais detalhes de como calcular a faixa de frequência de sua antena coaxial, acessando a [Seção Artigos Técnicos](#), que apresenta mais informações e planilhas de cálculo de capacitância e indutância, desenvolvidos por Martin Jenny.



**Antena Loop Coaxial Magnética**