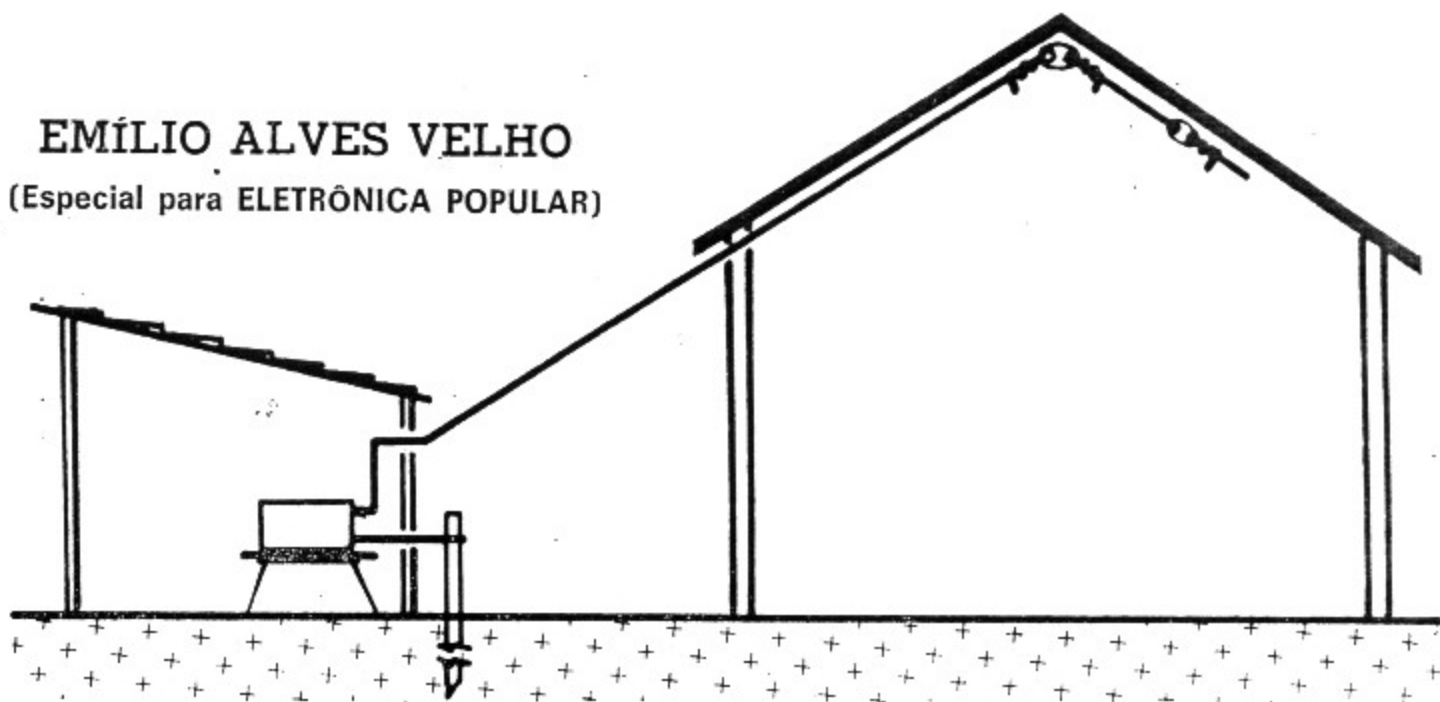


# A Antena Marconi

EMÍLIO ALVES VELHO

(Especial para ELETRÔNICA POPULAR)



A Marconi — o tipo pioneiro de antenas — resolve o problema da falta de espaço. Este artigo explica seus fundamentos teóricos e orienta sua realização prática.

EMBORA tendo sido fundado em 1918 e inaugurado em 1919, e sendo **Velho** de nome, não somos, no entanto, saudosistas; para nós, o bom é hoje e o melhor será amanhã. Entretanto, em tecnologia muitas vezes é conveniente rever velhas práticas do passado, pela sua aplicação em casos específicos.

É o caso da velha antena Marconi, já utilizada em fins do século passado, a qual, trazendo o nome do seu criador, foi a primeira e única durante muito tempo, até que o próprio Marconi desenvolvesse os dipolos, a partir de 1904. Pois bem; essa antena, tão desprezada pelos PY, cuja maioria é "viciada" em dipolos de meia onda, tem as suas "coisinhas" que incomodam.

Principalmente nas faixas de 40 e 80 m, onde o problema de espaço horizontal é mais grave, a Marconi possibilita uma solução viável; entretanto, ao contrário do que sucede ao dipolo, ela requer um elemento complementar, constituído por um bom sistema de terra.

## QUAL É A MELHOR ANTENA?

Nenhuma delas, e todas ao mesmo tempo, isto é: cada caso é um caso, a ser estudado e resolvido conforme as disponibili-

dades de espaço no QTH de cada um. Mas uma coisa é certa: a melhor antena é aquela que o PY pode construir e utilizar corretamente, com a menor R.O.E. possível, e sem TVI, no seu QTH, e não nas páginas dos textos especializados. Conhecemos um PY que há vários anos monta e desmonta antenas, e até hoje não tem uma que preste; conhecemos outro que, após alguns meses de estudo, ponderações e cálculos, construiu a única antena **viável** no seu QTH: uma simples Marconi. Qual dos dois tem a melhor antena?

## DIPOLO × MARCONI

Não é o escopo deste trabalho estabelecer polêmica técnica sob a forma de um "Fla-Flu" entre as duas, mas sim analisar problemas práticos em face do espaço realmente disponível. Um dipolo de  $\frac{1}{2}$  onda para 80 m necessita dois pedaços de fio montados na horizontal, totalizando cerca de 40 metros, mais os isoladores e as amarras, o que implica em dispor de dois pontos situados, no mínimo, a 42 metros entre si. Para isso, o terreno deveria ter essa dimensão, mesmo que fosse na diagonal; poderíamos construir um dipolo com as pontas dobradas para baixo, mas com um certo limite

de dobragem, quando, então, passaríamos a necessitar um mínimo de 30 metros de ponto a ponto.

Em termos atuais de cidade e subúrbio, quantos de nós possuímos esse espaço terrestre, com o correspondente espaço aéreo livre e desembaraçado? Nem todos têm a sorte do PY1AFA, latifundiário em Araruama, possuidor de uma "chácara de antenas"! Quantos de nós possuímos vizinhos cordatos, que permitiriam a invasão do seu espaço aéreo?

Uma antena Marconi para 80 m, vertical, inclinada ou em "L", pode ser construída com um comprimento total de fio a partir de 10 metros, desde o solo até a sua ponta livre!!! Será isso uma **boa** antena? Depende: se for a **única** que você pode instalar no seu QTH, é óbvio que será a **melhor** antena do mundo.

### O CASO DOS 40 METROS

Guardadas as proporções, tudo o que dissemos pode ser dividido por dois, mas, por outro lado, também encontraremos os terrenos com 15 e até com 10 metros de fundo. Uma antena Marconi para 40 metros poderia começar com uma vareta vertical de 5 metros e poderia chegar a um fio inclinado ou em "L", aproveitando o telhado, e chegar a um total de 15 metros!

### TEORIA DA MARCONI

Você abre um livro, e verifica que uma antena Marconi deve ter  $\frac{1}{4}$  de onda desde a sua ponta livre até o solo, o que nos dá cerca de 20 metros de fio, para ondas de 80 m. **Mentira!** Agora, você nos pergunta: os livros estão errados? Não: apenas, os livros, em geral, não dizem tudo; as "micuinhas" precisam ser dissecadas e peneiradas, e é por isso que costumamos dizer, a bem da verdade, que aprendemos muito mais em artigos de revistas do que no texto da maioria dos livros.

Qualquer condutor elétrico isolado e estendido no espaço, com qualquer forma e dimensão, pode ser usado como antena para receber e emitir ondas de qualquer comprimento; o que acontece, na prática, é que se agirmos dentro desse conceito obteremos antenas com as mais imprevisíveis e estapafúrdias impedâncias, que poderão resultar incômodas ou até inadaptaíveis em face das disponibilidades dos transmissores que chamaremos de normais.

Vemos então que, por uma questão de ordem prática e de conveniência, é que impomos uma certa relação entre o comprimento físico de uma antena e o da onda a ser irradiada.

### A ANTENA DE $\frac{1}{4}$ DE ONDA

Imaginemos um campo de futebol, cujo gramado seja substituído por uma chapa in-

teiriça de cobre, constituindo um sistema de terra perfeito ou "de livro". Uma antena ressonante em  $\frac{1}{4}$  de onda para 40 m seria constituída por uma vareta vertical de cobre ou alumínio, com um comprimento total de 10 m, desde a pontinha até a chapa de cobre. Se fizermos essa antena, e medirmos com precisão a sua ressonância, veremos que ela está ótima para uma onda um pouco maior do que 40 m. E por quê?

A ressonância real de qualquer antena é modificada pela altura elétrica do terra real em relação ao solo de apoio, pela proximidade dos corpos próximos, tais como: edifícios, árvores, postes metálicos, linhas elétricas, encanamentos, e também pelo **efeito de pontas**.

No "nosso" campo de futebol, inteiramente livre e forrado de chapa de cobre, não teríamos nenhum dos problemas iniciais apontados, mas restaria o último: o efeito de pontas.

### O QUE É EFEITO DE PONTAS?

Abre-se um livro, e ele nos manda descontar de 4 a 5% do comprimento total calculado, por causa do efeito de pontas, isto é: a nossa antena não deverá ter exatamente 10 metros, mas sim 9,5, descontados os 5%. Mas afinal de contas, por que os livros dizem de 4 a 5%? Por que não nos dão um valor fixo? Simplesmente porque não existe esse valor fixo; a percentagem real de desconto depende da relação entre o comprimento e o diâmetro do fio ou vareta, da frequência de trabalho, e até da condutividade elétrica da atmosfera, dependendo do seu estado higroscópico ou iônico.

A taxa de 4 a 5% é um valor prático médio, para satisfazer o propósito de cálculo inicial, mas uma antena real, depois de construída, deverá ser otimizada por meios mecânicos ou elétricos, como veremos adiante.

O efeito de pontas tem a seguinte causa: na extremidade livre de uma antena ressonante existe uma elevadíssima pressão ou tensão elétrica, a qual escapa no espaço sob a forma de eflúvios. Essa descarga ioniza o ar adjacente à ponta do condutor, tornando-o também condutor, como se esse trecho de ar fizesse parte da própria antena. Em consequência, a antena exibe um comprimento elétrico virtual maior do que o do condutor real, constituído pelo fio ou vareta; se fizermos a nossa antena com 10 metros de condutor real, ela teria um comprimento elétrico virtual em torno de 10,5 metros e seria ressonante para ondas de 42 m; fazendo-a com 9,5 metros reais, ela ficará com o comprimento **elétrico** de 10 metros, para operar com onda de 40 m.

Ressalvemos que, quando falamos em ondas de 40 m, para as nossas explicações, estamos nos referindo a ondas que tenham realmente esse comprimento, e não à faixa

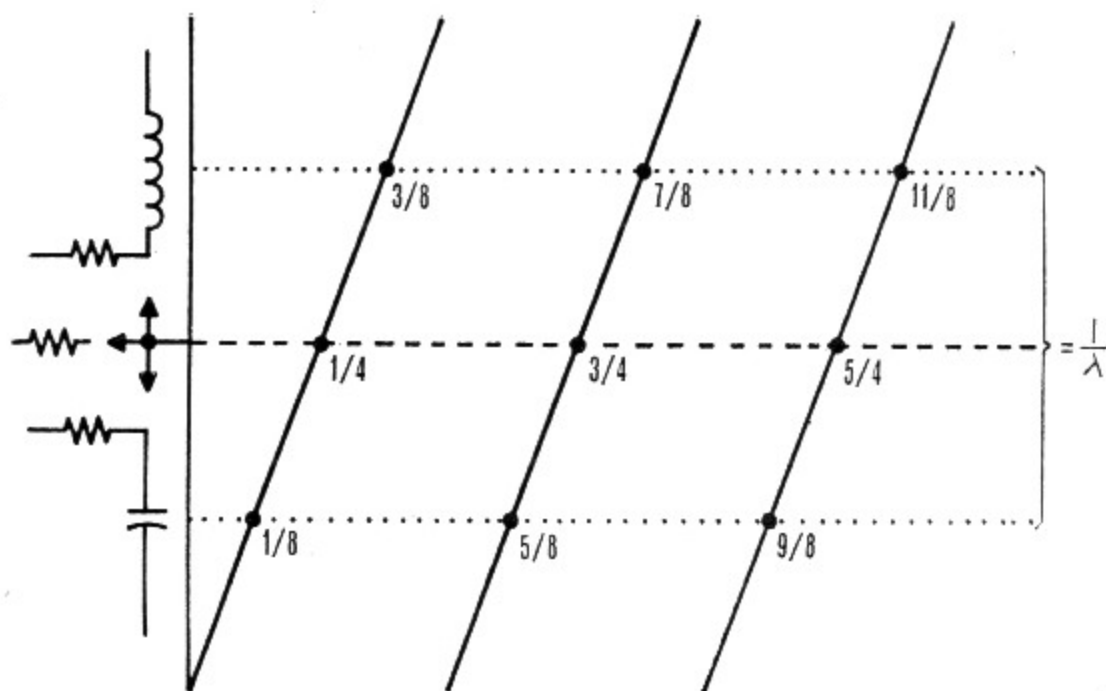


FIG. 1 — Gráfico de impedâncias da antena Marconi, segundo a relação entre o seu comprimento elétrico real (l) e seu comprimento de onda (λ).

de radioamadorismo de 7,00 a 7,3 MHz, indevidamente chamada de 40 m, e que na realidade está em torno de 42 m.

### POR QUE 1/4 DE ONDA?

Quando num livro se diz que uma antena Marconi deve ter 1/4 de onda, essa afirmação pura e simples, se não for complementada, significa apenas a resposta "barata" e funcional de quem não deseja "espichar" o assunto e o livro. Para analisar e compreender em profundidade o problema da Marconi, precisamos da Fig. 1, onde temos o gráfico da impedância apresentada na base da antena, em função do seu comprimento elétrico real (l), relacionado com o comprimento da onda (λ).

Se a antena tiver uma relação

$$\frac{l}{\lambda} = \frac{1}{4},$$

estará em sua ressonância fundamental, e apresentará uma impedância puramente resistiva, isto é: será "vista" pelo transmissor como uma resistência pura, e a energia de R.F. será transferida a ela com a máxima facilidade e eficiência.

Mas, voltando ao gráfico, vemos que esse ponto de impedância puramente resistiva ocorrerá também para uma antena de 3/4 de onda, e toda vez que tivermos um número ímpar de quartos de onda. Vemos, também, pelo mesmo gráfico, que toda vez que a relação l/λ cair acima da linha central, a antena exibirá uma impedância resistivo-indutiva, e, quando cair abaixo, será resistivo-capacitiva.

Uma antena reativa (indutiva ou capacitiva), poderá ser carregada e operada por um transmissor, desde que o seu acoplador

assim o permita, mas operará com um baixo fator de potência, (cos φ) e o seu rendimento será inferior ao de uma antena ressonante de 1/4, 3/4, etc. Nesses casos a antena precisa e pode ser corrigida por meios artificiais, para tornar-se ressonante e operar com a máxima eficiência.

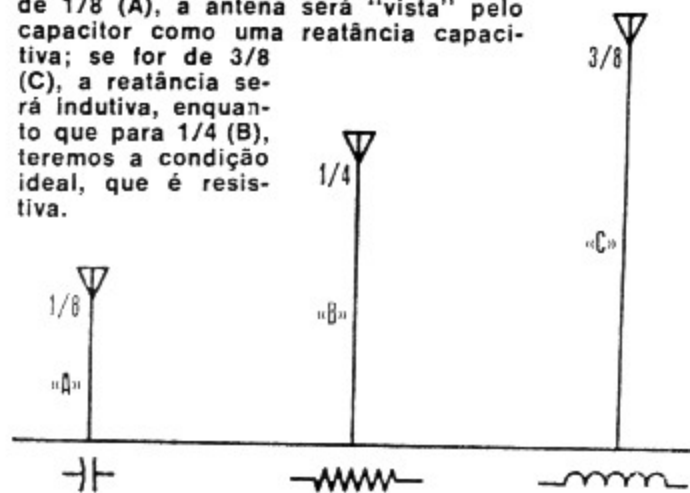
Até aqui, já aprendemos o suficiente para saber que uma antena Marconi não precisa ter aquela dimensão categórica e imperativa de 1/4 de onda, tal como rezam os livros resumidos ou "apressados". Devemos aprender, também, que, devido a problemas de ordem material, é muito difícil e quase impraticável compensar antenas cuja relação l/λ caia fora da zona central do gráfico, delimitada pelas duas linhas horizontais ponteadas. Por outro lado, como estamos visando os casos onde há falta de espaço para um dipolo horizontal, também não vamos nos interessar por antenas Marconi de vários quartos de onda, e sim por aquelas que se situam entre 1/8 e 3/8 de onda.

Na Fig. 2 temos três casos distintos em função da relação l/λ; o caso "A" é o de uma antena que poderá ir de 1/8 até algo menos que 1/4, e que se apresentará capacitiva; o segundo ("B") é o de uma com exatamente 1/4 de onda, e que se apresentará puramente resistiva; finalmente, o caso "C" é o de uma antena com algo mais que 1/4, até 3/8 de onda, a qual se apresentará indutiva.

É lógico que a antena "B" com 1/4 de onda, não precisará nenhuma correção, e por isso passa a ser a **mais cômoda**, principalmente para os livros "preguiçosos". As outras, "A" e "C", após a correção, também serão puramente resistivas, carregarão com a máxima facilidade e exibirão o máximo rendimento.

Vejamos, agora, o que é necessário fazer para corrigir uma antena fora das medi-

**FIG. 2** — Se a relação comprimento/elétrico/comprimento de onda for de  $1/8$  (A), a antena será "vista" pelo capacitor como uma reatância capacitiva; se for de  $3/8$  (C), a reatância será indutiva, enquanto que para  $1/4$  (B), teremos a condição ideal, que é resistiva.

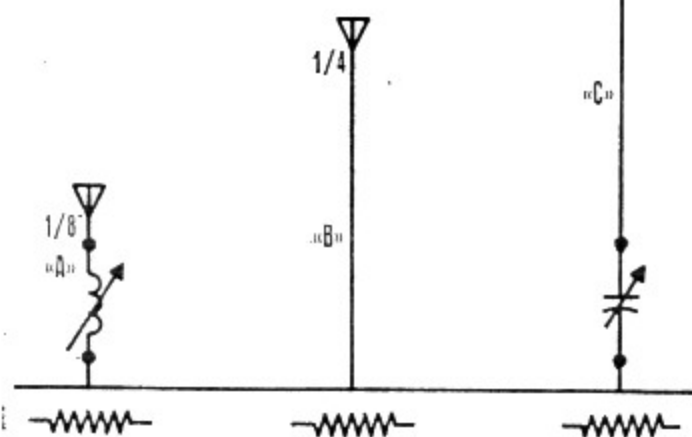


das, observando na Fig. 3 os casos "A" e "C". Se a antena está pequena, como em "A", exibindo uma reatância capacitiva, é lógico que essa reatância tem que ser cancelada por outra da mesma magnitude, porém de sinal oposto, no caso, uma indutância; se a antena "C" está grande, exibindo uma reatância indutiva, é óbvio que esta terá que ser cancelada por uma capacitância, ajustada para a mesma magnitude. Agora, as três antenas serão ressonantes e puramente resistivas.

**PORMENORES DE ORDEM PRÁTICA**

No caso de uma antena "grande", como em "C", é claro que o encurtamento artificial será feito pela inclusão de um capacitor variável em série com a base da antena, a qual será levada à ressonância pela rotação do elemento corretor, observando um indicador adequado. No caso de antena "pequena", como em "A", o alongamento artificial deveria ser feito por um indutor continuamente variável, ajustado como no caso anterior; entretanto, como esse componente é "figurinha", podemos empregar uma indutância fixa maior do que a necessária, e "recortar" o excesso por meio de um capacitor

**FIG. 3** — Mediante a inclusão de um elemento reativo de característica oposta, as antenas "A" e "C" da Fig. 2 passarão a apresentar a desejada carga resistiva ao transmissor.



**FIG. 4** — Uma antena "comprida demais", apresentando carga indutiva, será corrigida com a inclusão de um capacitor variável, C. M é um indicador de corrente de R.F.

variável, que é um elemento cômodo, tal como na Fig. 4.

**INDICADOR DE RESSONÂNCIA**

Numa antena Marconi, a ressonância só pode ser verificada, de forma direta, por meio de um indicador de corrente instalado em série com a base da antena, tal como já incluímos na Fig. 4. Outros meios indiretos, como sejam "antenascope", ponte de R.O.E., medidores ou comparadores de impedância, são, em geral, de difícil acesso ao PY médio, enquanto um simples indicador de corrente máxima pode ser construído e instalado para uso efêmero ou, quiçá, permanente. Na Fig. 5 temos vários dispositivos dos mais simples aos mais elaborados, conforme as disponibilidades de cada um.

No dispositivo "A" empregamos uma ou mais lâmpadas de baixa tensão e de corrente adequada à potência empregada; lâmpadas piloto de 0,15 ou 0,25 A, ou lâmpadas de automóvel, para correntes mais pesadas. Em "B" temos uma só lâmpada derivada por um ou mais resistores de baixo valor. Em "C" temos uma só lâmpada, derivada por uma microindutância, que pode ser construída com fio grosso, sobre um resistor de 1 ou 2 W, com valor de 10 kΩ ou mais. E, finalmente, em "D", temos o modelo "de luxo", com galvanômetro.

No modelo "D", o resistor de 1 Ω pode ser constituído por 10 resistores de 10 Ω, de  $1/2$  a 2 W, conforme a potência manobrada, montadas juntinhas em forma de feixe; o diodo de germânio será um tipo comum empregado em detecção, e o galvanômetro miniatura de 1 mA, ou menos, podendo ajustar-se sua sensibilidade por meio de Rm. O conjunto será montado em forma compacta, em uma caixa de material isolante, a fim de evitar capacitâncias parasitas em relação à terra. Os valores ideais, pelo menos nos tipos com lâmpadas, serão determinados experimentalmente pelos PY, que adoram coisas desse tipo, e que terão, inclusive, a satisfação de queimar algumas lamparitas, embora se recomende operar com a saída de R.F. reduzida a um nível cômodo, conforme a sensibilidade do indicador.

**O COMPLEMENTO: UM "BOM TERRA"**

Se o leitor habita numa dessas ruas verticais chamadas prédio de apartamentos, não está interessado na nossa Marconi, a

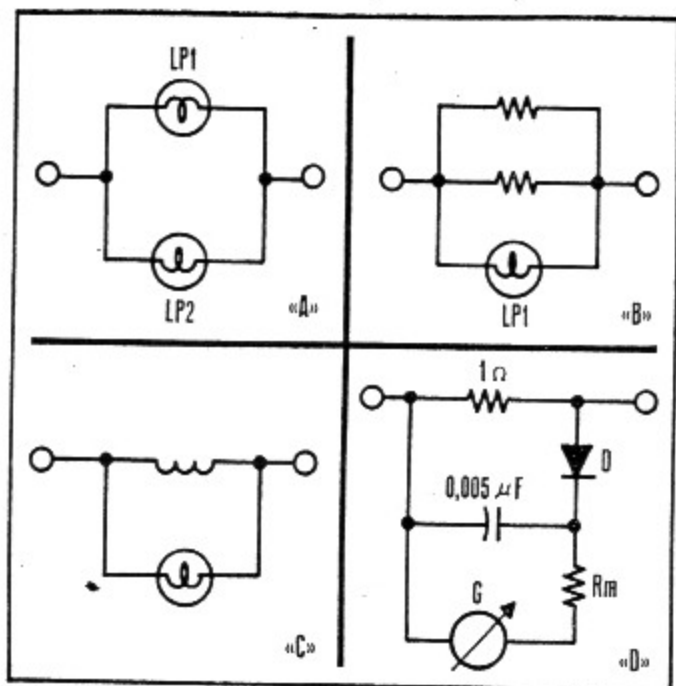


FIG. 5 — Dispositivos simples para indicação de corrente de R.F. na antena. Em "A", lâmpadas de iluminação; em "B", uma lâmpada derivada com resistores; em "C", lâmpada derivada por pequena indutância; em "D", a corrente de R.F. é retificada pelo diodo D, sendo a indicação proporcionada pelo galvanômetro G.

qual depende de uma ligação de terra feita de terra mesmo; ele não vai fazer um furo na lage e enfiar um vergalhão na cabeça do vizinho que mora embaixo. Para esses, o nosso artigo não dará IBOPE, e não estamos em condições de sugerir uma solução simples para o seu problema: não esqueçamos que o Flávio D. Assis, PY2IW, sofreu horrores para "inventar" a sua antena em "V" invertida e reinvertida, devido ao QRM do italiano, dono do "céu" do prédio (\*). Nosso trabalho é endereçado àqueles que ainda têm o privilégio de enlamear as botinas no fértil solo agrícola das residências suburbanas, embora reconhecamos que essa casta renitente, herança do século passado, não subsistirá até o ano 2000.

Como se obtém uma boa ligação de terra — ou "um bom terra", como se costuma dizer? Aquele "bom terra", constituído pelo encanamento de entrada de água vindo da rua, já era; não passa de uma sugestão perversa e vingativa dos nossos invejosos e recalçados ancestrais: os eletricitistas, que não ouvem acima de 60 Hz. A maioria desses encanamentos, pelo menos nas residências de construção mais recente, tal como a "mansão" do Autor, tem uma "resposta de frequência" que não vai além da faixa de ondas médias. Se o Autor fosse PY, teria que instalar o seu "manicômio" (\*\*) no quarto dos fundos, pois o "cristal" não tolera a sua presença na parte nobre da casa; a ponta mais acessível do famoso cano d'água está a três metros do solo, no que convencionalmente chamamos de "chuveiro da empregada", e daí até à adutora ele viaja sempre longe do solo, embutido em 20 metros de parede de blocos de concreto até penetrar numa rua asfaltada, onde, pela primeira vez e com muito nojo, estabelece um perfeito mau contato com um solo impermeável à chuva (ainda bem que não é de PVC).

Num caso como este, a ligação de "terra" já é maior do que a antena; o sistema fica fora de ressonância, o chassi e o microfone ficam "quentes", introduziremos retornos de R.F. pela rede elétrica, e haverá TVI. Um "bom terra" de cano d'água só é possível quando o dito cujo viaja realmente soterrado através do seu curso e, por sorte, passa bem perto do "shack", permitindo uma instalação semelhante à da Fig. 6.

Os livros, em geral tão omissos quanto à antena Marconi, são, no entanto, prolixos quanto ao sistema de terra; segundo eles, você terá que derrubar a sua casa e mais

(\*) Ver artigo "Uma Estória, Uma Antena", E-P, jan./fev. 1972, pág. 61. (N.R.)

(\*\*) Nome dado pelo nosso amigo Newton de Mello Sá aos locais, sempre bem desarrumados, onde se praticam mágicas eletrônicas. (N. Autor).

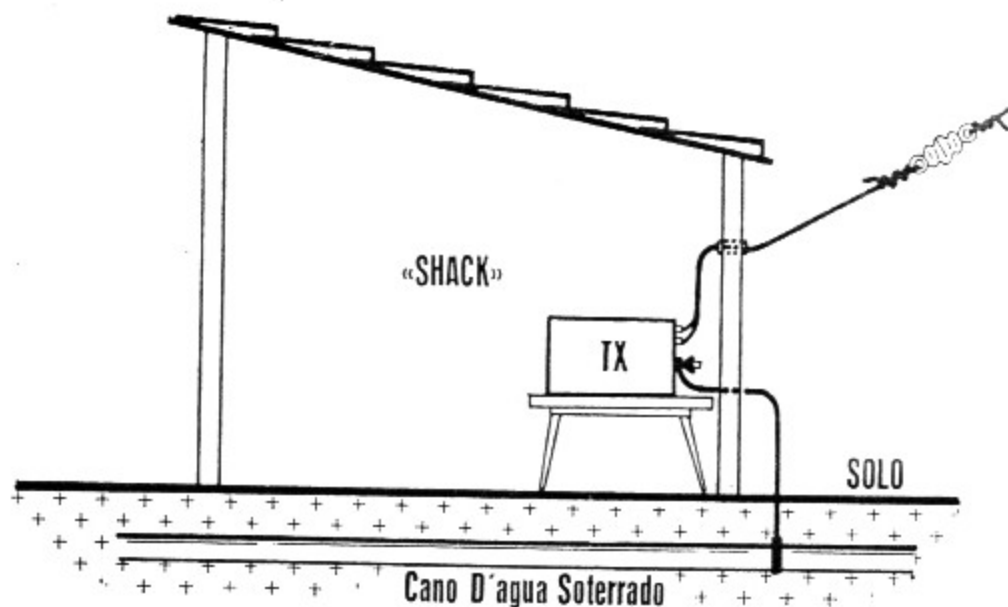
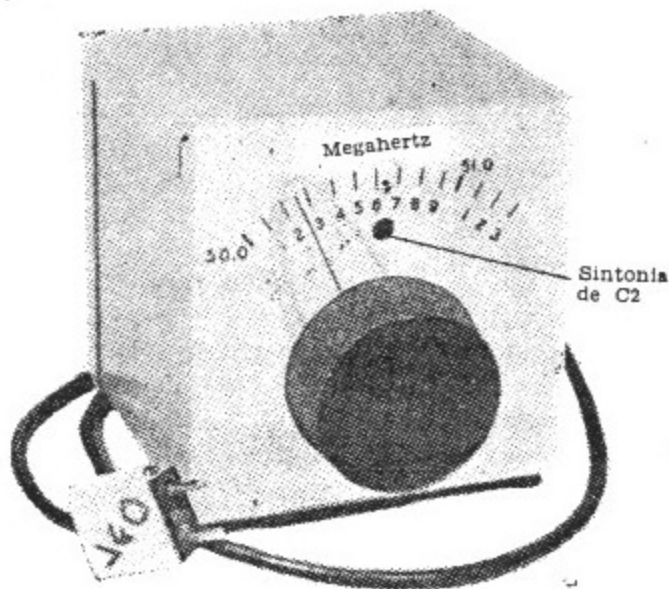


FIG. 6 — Quem tiver a sorte de possuir um cano d'água soterrado sob o "shack", nele conseguirá adequada ligação de terra, desde que se trate, evidentemente, de tubo metálico (ferro galvanizado ou cobre).





O alinhamento do O.F.V. é simples, não exigindo equipamento de teste especial. Basta um receptor para monitorar o sinal, enquanto se ajusta o capacitor até ouvir-se o sinal.

isolador, juntamente com o terminal da bobina. A blindagem do cabo vai para o terminal de massa embaixo do isolador, juntamente com o lide comum (massa) dos capacitores. Verifique para que haja uma boa massa para o chassi.

O cabo coaxial atravessa uma arruela de borracha em um dos lados da caixa, e o extremo livre termina com um conector de pinos que combine com o suporte de cristal do transmissor. Não se esqueça de marcar o pino de massa, bem como o lado do suporte de cristal do transmissor ligado à massa. Interligue sempre as massas do transmissor e do O.F.V.

### CALIBRAÇÃO

A calibração do O.F.V. pode ser um pouco complicada, mas procedendo lentamente e com cuidado você conseguirá realizá-la. Encaixe o O.F.V. no suporte de cristal do transmissor; ligue o transmissor e deixe-o aquecer com a tensão de placa aplicada somente ao oscilador.

Coloque o mostrador principal de sintonia (C1) próximo da posição central. Ligue o receptor e ajuste-o para uma frequência no meio da faixa esperada de funcionamento do O.F.V. Através do furo de acesso sintonize C2 — muito lentamente — até que o receptor capte o sinal do O.F.V. Sintonize C1 para o sinal mais forte.

Coloque uma carga fictícia na saída de antena do transmissor e passe o transmissor para a posição "transmitir". Se ele carregar adequadamente tudo está bem. Se ele não carregar, o O.F.V. provavelmente está trabalhando em uma frequência fora da faixa de sintonia do transmissor, devendo portanto

ressintonizar C2 para funcionar na faixa correta de frequência.

Depois de determinar o ponto onde o transmissor carregará adequadamente e o sinal pode ser captado, marque a frequência indicada no receptor, no mostrador do O.F.V., como primeiro ponto de calibração. Continue sintonizando a faixa, reajustando C1 para um ponto diferente enquanto prossegue calibrando o mostrador do O.F.V. para nova frequência. Não mude a posição de C2 depois de seu ajuste inicial.

Se seu transmissor tiver uma deriva de frequência excessiva, isso provavelmente será devido a uma regulação de tensão de alimentação insuficiente. Essa condição pode ser corrigida adicionando-se circuitos necessários para regular a fonte de alimentação. ©

## A ANTENA MARCONI

(Conclusão da pág. 216)

feita pela inserção de um variável em série, e, em 80 m, por meio de uma bobina de "carrinho", saídos não se sabe de onde, e cujas características desconhecemos. (Ver, a respeito nosso artigo: "Um Problema, Três Soluções" publicado à pág. 69 de E-P, vol. 34, n.º 1, jan./fev. 1973.)

### DESEMPENHO ESPERADO

Com essa antena, um "deltinha" 310, em 40 m, fonia, o PY2EDD, Névio, está obtendo os seguintes resultados: um raio de 500 km a qualquer hora, e em condições favoráveis tem atingido 1.000 km. Naturalmente, para cada conjunto constituído por antena + transmissor, a distância "falável" depende muito do receptor.

Em continuação a este assunto, E-P publicará, provavelmente no próximo número, um pequeno artigo sobre a antena Marconi com plano de terra. © (OR 829)

**Dever legal de todo Radioamador: registrar no "Log" seus QSO. Dever de todo Radioamador "legal": pagar QSL de todos os "primeiríssimos".**