



ROGER A. RAFFIN

antenas para pouco espaço*

Para quem mora em prédios de apartamentos ou em casas com pouco terreno, eis a solução para o problema de antenas.

A arquitetura urbana, por falta de espaço ao nível do chão, desenvolve-se no sentido vertical, o que, entre outros inconvenientes, não favorece a instalação de antenas dos radioamadores. Com efeito, na "selva de pedra" nem todos têm oportunidade de sair com antenas verdadeiramente de "meia onda" (um sonho de sempre), antenas altas e livres de obstáculos nas vizinhanças.

Do ponto-de-vista de VHF, em alguns casos, as possibilidades de ligação são praticamente nulas (salvo as ligações locais); os resultados conseguidos com antenas internas são, geralmente, decepcionantes. Mesmo com antenas externas, os amadores que operam em VHF nas grandes cidades estão cercados de todos os lados por grandes edifícios de muitos andares, que "sufocam" qualquer emissão ou recepção do tipo DX.

É claro que resta ainda a possibilidade de operar em VHF com equipamento móvel, instalado no carro; aos domingos, o amador conduz seu veículo a um ponto elevado, em qualquer região, e dali opera. Entretanto, por diversos motivos aqui não expostos, esta solução não é sempre aceita com entusiasmo por certos amadores.

Assim sendo, restam as "velhas" ondas decamétricas (faixas de 10, 15, 20, 40 e 80 metros) àqueles que querem se "mostrar".

Nestas faixas, as ondas podem até mesmo "sair", a despeito do "sufocamento" dos grandes "blocos" e do relevo pouco favorável. Mas as antenas convencionais são longas, atrapalhadoras e difíceis de instalar corretamente.

Em atenção a esses radioamadores desfavorecidos, começaremos pela descrição de algumas antenas **internas** para transmissão (e recepção, bem entendido), antenas que foram realmente experimentadas, proporcionando resultados satisfatórios e bastante aceitáveis.

Dissemos antenas internas porque elas podem ser instaladas, efetivamente, no interior de um apartamento, num corredor ou num sótão, e foi assim que elas foram experimentadas. Mas é claro que elas também podem ser instaladas **externamente** em certos casos. De qualquer modo, trata-se de antenas de dimensões reduzidas, adequadas a qualquer espaço restrito... interior ou exterior.

ANTENA PARA A FAIXA DE 14 MHz

Esta antena (Fig. 1) é um dipolo angular, de fio de cobre esmaltado N° 14 AWG (1,6 mm

(*) Le Haut Parleur, nº 1.383.

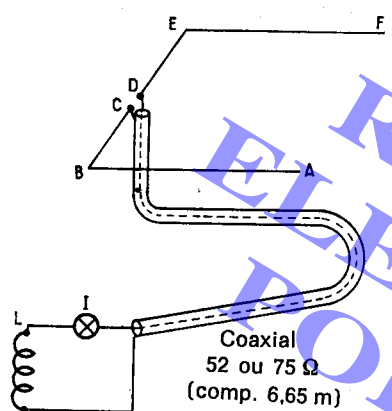


FIG. 1 — Dipolo angular encurtado, para 14 MHz.

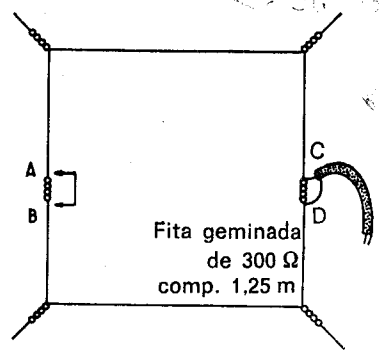
de diâmetro). Suas dimensões são as seguintes: $AB = EF = 2,75\text{ m}$; $BC = DE = 1,83\text{ m}$

Nos pontos C e D acha-se ligado o coaxial de alimentação, de 52 ou 75 ohms. Este cabo deve ter um comprimento de 6,65 m, funcionando como transformador adaptador de meia onda. Seu comprimento foi calculado, então, levando em conta o coeficiente de velocidade de propagação no cabo. Para minimizar o volume ocupado, o cabo pode ser curvado ou enrolado.

O fio da antena pode ser fixado no próprio cômodo onde se encontra a estação, por exemplo sobre a moldura do forro do teto, com auxílio de seis pequenos isoladores de esteatita.

De acordo com as dimensões da parede onde se encontram as partes BC e DE, é possível fazer as dobras B e E de modo diferente daquele indicado. Por exemplo, o comprimento total de B a E pode muito bem ser um pouco menor que aquele dado anteriormente. O que interessa, antes de tudo, é respeitar o comprimento total indicado de A a C e de D a F (ou seja, 4,58 m) para cada pólo da antena.

FIG. 2 — Antena quadrada para 7, 14 e 28 MHz.



A bobina L permite o acoplamento do transmissor (ou, eventualmente, ao receptor, por intermédio de um relé de antena). O componente I é um indicador de R.F. (lâmpada, par termelétrico ou amperímetro térmico) de características compatíveis com a potência do transmissor.

ANTENA QUADRADA PARA 7, 14 e 28 MHz

Esta antena (Fig. 2) é feita de fio de cobre esmaltado Nº 14 AWG (1,6 mm de diâmetro). Cada lado do quadrado tem 4,50 m, sendo, pois, necessário um cômodo espaçoso para a instalação de uma antena deste tipo.

Foram previstos dois cortes medianos, feitos com o auxílio de isoladores, um em AB e outro em CD. O corte AB é necessário para o funcionamento em 7 MHz. Para 14 e 28 MHz, os pontos A e B devem ser interligados por meio de um pedacinho de fio dotado de garras-jacaré em seus extremos.

Aos pontos C e D deve ser feita a ligação do alimentador, uma fita geminada com 300 ohms de impedância e 1,25 m de comprimento. Tal como no caso anterior, o acoplamento ao transmissor deve ser efetuado através de uma bobina adequada e a ligação ao receptor será feita, eventualmente, através de um relé de antena. A antena deve ser instalada num plano horizontal, a 50 cm do teto, e suportada em cada canto por um isolador e um cordel.

Na falta de espaço no interior do apartamento, é possível instalar esta antena num sótão, por exemplo. Neste caso, será necessário alongar o alimentador bifilar, sendo conveniente determinar experimentalmente o comprimento ótimo para um bom funcionamento do conjunto nas três faixas.

ANTENA DE 7 MHz PARA CORREDORES

Trata-se de um dipolo encurtado (Fig. 3), que pode ser instalado ao longo de um corredor (de um sótão, por exemplo). Como indica a figura, seu comprimento total é de 8,50 m.

A antena propriamente dita é constituída de dois fios AB e CD, de 9,50 m cada. Entre os pontos B e D deve-se prever uma separação de 1 metro, através da inserção de 2 ou 3 isoladores.

Tal como nos casos anteriores, a antena deve ser feita com fio de cobre esmaltado Nº 14 AWG (1,6 mm de diâmetro). O fio deve ser dobrado com aproximadamente as dimensões indicadas na figura, sendo a antena instalada contra uma parede vertical qualquer, sustida por quatro isoladores nos vértices do retângulo assim formado.

Entre os pontos A e C de ligação do alimentador é ligada uma bobina de 3 espiras de fio de cobre esmaltado Nº 12 AWG (2 mm de diâmetro), auto-suportada, com diâmetro

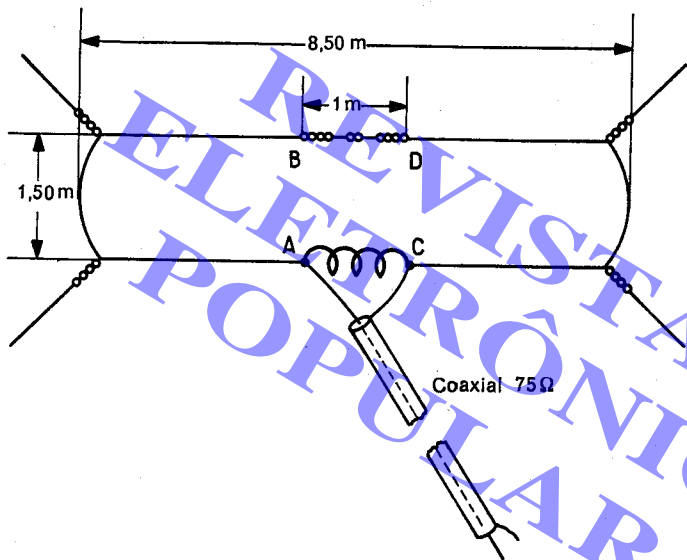


FIG. 3 — Antena para corredores, dimensionada para 40 metros.

interno de 40 mm. Para evitar a tração sobre a bobina, os pontos A e C devem ser interligados por um fio de nylon, passando pelo eixo da bobina.

O alimentador a ser utilizado é um cabo coaxial de 75 ohms, de qualquer comprimento. O acoplamento ao circuito-tanque do transmissor deve ser feito através de uma bobina também de 3 espiras.

ANTENA ENCURTADA PARA 7 E 3,5 MHz

Esta antena (Fig. 4), bem como as bobinas L1 e L2 que ela comporta, deve ser feita de fio de cobre esmaltado N° 14 AWG

(1,6 mm de diâmetro). Suas características são as seguintes:

Comprimento de A a C = 7 m; o ponto de dobra B pode situar-se bem próximo de C.

L1 — 23 espiras unidas, enroladas sobre uma fôrma qualquer, de 60 mm de diâmetro (cartolina, baquelita, etc.).

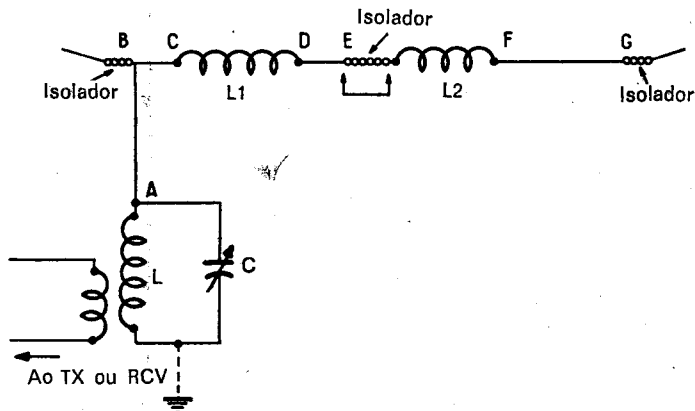
Comprimento DE = 2,70 m.

L2 — 33 espiras cerradas (fôrma idêntica à de L1).

Comprimento FG = 4,65 m.

Convém esclarecer que a parte de B a G pode ser dobrada diversas vezes, por exemplo para circundar o cômodo à altura da

FIG. 4 — As bobinas L1 e L2 permitem reduzir as dimensões desta antena, dimensionada para 40 e 80 metros.



alimentado na base por um cabo coaxial EF de 75 ohms e de qualquer comprimento.

A seção adaptadora pode ser feita com dois fios de cobre esmaltado N° 14 AWG (1,6 mm de diâmetro), mantidos paralelos, com um espaçamento de 12 cm, por meio de barras de polietileno. O comprimento horizontal desta antena é, portanto, de 31,60 m, aproximadamente, com os isoladores das pontas.

Os modos de funcionamento (e de ressonância) são os seguintes: em 3,5 MHz, o centro elétrico de ressonância situa-se sobre a seção adaptadora, num ponto situado aproximadamente a 5,18 m do centro BC da antena; a parte restante da seção adaptadora, ou seja, outros 5,18 m, apresenta uma certa reatância para o cabo coaxial de 75 ohms, sem entretanto criar qualquer dificuldade para a obtenção da carga correta.

Em 7 MHz, temos duas meias ondas em fase com uma parte dobrada no centro; a carga é igualmente normal, neste caso.

Em 14 MHz, teremos duas vezes $\frac{3}{4}$ de onda; a adaptação será satisfatória. Em 21 MHz, teremos quase duas ondas inteiras, ligeiramente alongadas, ou ainda aproximadamente duas ondas inteiras em fase. Enfim, em 28 MHz obtemos um sistema de duas vezes três meias ondas alimentadas em fase.

ANTENA MULTIFAIXAS COM REJEITORES

Esta antena (Fig. 6), também denominada W3DZZ (indicativo de seu idealizador), é relativamente simples e de funcionamento bastante satisfatório nas faixas decamétricas de 10, 15, 20, 40 e 80 metros, valendo destacar que sua extensão é menor que a de um dipolo de meia onda clássico, cortado para 80 metros.

A alimentação da antena é feita pelo centro, por uma linha bifilar de 75 ohms ou por um cabo coaxial (conforme representado na figura) de qualquer comprimento, também de 75 ohms. Dado o seu desenvolvimento, sua instalação não ocupa mais do que aproximadamente 34 metros.

FIG. 7 — Construção dos rejeitores para a antena W3DZZ.

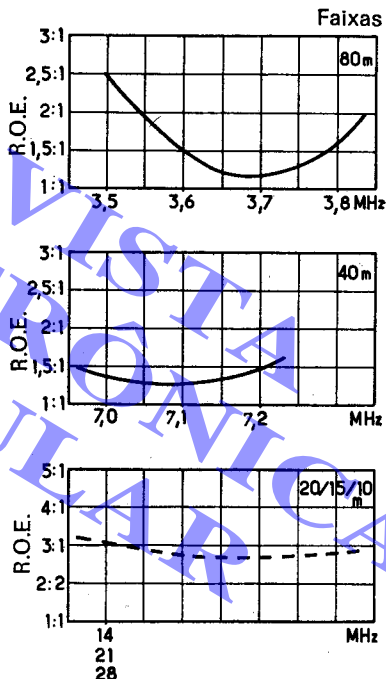
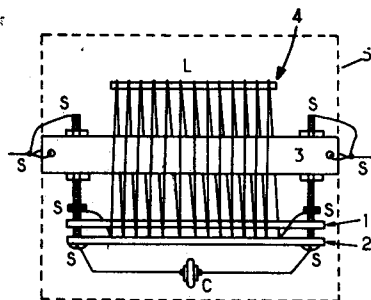


FIG. 8 — R.O.E. da antena W3DZZ, em função da frequência, para todas as faixas.

A antena é interrompida no centro por um isolador de vidro, e suportada, nos extremos, por isoladores do mesmo tipo (isoladores I). Além disso, foram intercalados filtros rejeitores nos pontos indicados (circuitos LC). Esses rejeitores têm a seguinte finalidade:

— Em utilização na faixa de 7 MHz, as seções **a** e **d** são praticamente isoladas do resto da antena, isto é, das seções **b** e **c**, dada a impedância muito elevada apresentada pelos rejeitores nesta faixa: os elementos **b** e **c** comportam-se, então, como um dipolo de meia onda clássico.

— Em 3,5 MHz, os rejeitores estão longe da ressonância e as seções **a** e **d** entram em ação. Por este fato, estamos ainda em presença de um dipolo com ressonância em meia onda; trata-se, na verdade, de um dipolo com elementos encurtados, sendo a compensação fornecida precisamente pelos elementos LC dos rejeitores.

Enfim, em 28, 21 e 14 MHz, e pelas mesmas razões acima, o conjunto comporta-se como uma antena de 7, 5 e 3 "meias ondas", respectivamente.

Os elementos **a**, **b**, **c** e **d** são feitos de fio de cobre esmaltado N.º 12 a 14 AWG (1,6 a 2,0 mm de diâmetro). Quanto aos rejeito-

GENERALIDADES

As antenas verticais destinadas às faixas decamétricas de amadores são quase todas do tipo Marconi, isto é, do tipo com ressonância em um quarto de onda. Tais antenas devem funcionar com uma boa tomada de terra, ou com um bom sistema de contrapesos, para reconstituir o outro quarto de onda destinado a completar a antena dipolo. Vê-se na Fig. 9 que, quando a antena corresponde a um quarto do comprimento de onda, a impedância entre o ponto Z e a terra é de aproximadamente 40 a 50 ohms. Ligando-se nesse ponto um cabo coaxial de 52 ohms, tal linha estará bem casada com a antena na faixa de frequências para a qual a antena corresponde a um quarto de onda. Obtém-se este resultado sem qualquer bobina de sintonia nem qualquer outro componente de ajuste.

Interessando que uma antena desse tipo funcione em diversas faixas, é possível ajustar automaticamente o comprimento, mediante a instalação de dispositivos chamados "rejeitores de ressonância em paralelo", em pontos convenientes, para seccionar eletricamente a antena em quartos de comprimento de onda, da forma representada na Fig. 10. Tais rejeitores têm uma impedância muito grande na ressonância e nas frequências próximas da ressonância, funcionando como isoladores localizados nos extremos dos quartos de onda correspondentes a cada faixa e, por isso, a antena se encurta, eletricamente falando. Na Fig. 10, por exemplo, se o rejeitor A estiver ajustado para 28 MHz, a seção 1 corresponderá ao quarto de onda desta frequência. O rejeitor A isola as partes superiores da antena, que não atuam para um comprimento de onda de 10 m.

Excitando-se a antena com 21 MHz, o rejeitor A comporta-se de modo totalmente oposto, não ressonando na nova frequência de trabalho, o que faz com que sua impedância seja muito baixa, constituindo mesmo um curto-circuito que interliga as seções 1 e 2. Estas formam, então, um quarto de onda para aquela faixa.

Pode-se prosseguir com a combinação desses rejeitores e seções de antena até o limite das possibilidades mecânicas e de projeto de realização das bobinas. A última seção 4 (Fig. 10) engloba as indutâncias de todas as bobinas, bem como a seção superior extrema da antena, para constituir o comprimento equivalente ao quarto de onda da frequência mínima de operação.

Os rejeitores de ressonância em paralelo são constituídos de bobinas enroladas sobre formas isolantes, fechadas em tubos de du-

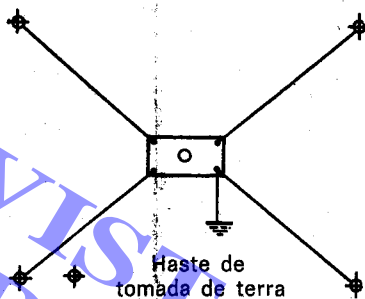


FIG. 11 — Instalação da tomada de terra, indispensável ao bom funcionamento das antenas verticais.

ralumínio, os quais, além de oferecerem completa proteção contra as intempéries, o que é essencial, pelo seu diâmetro e afastamento em relação às bobinas, representam o próprio capacitor que determina a ressonância procurada.

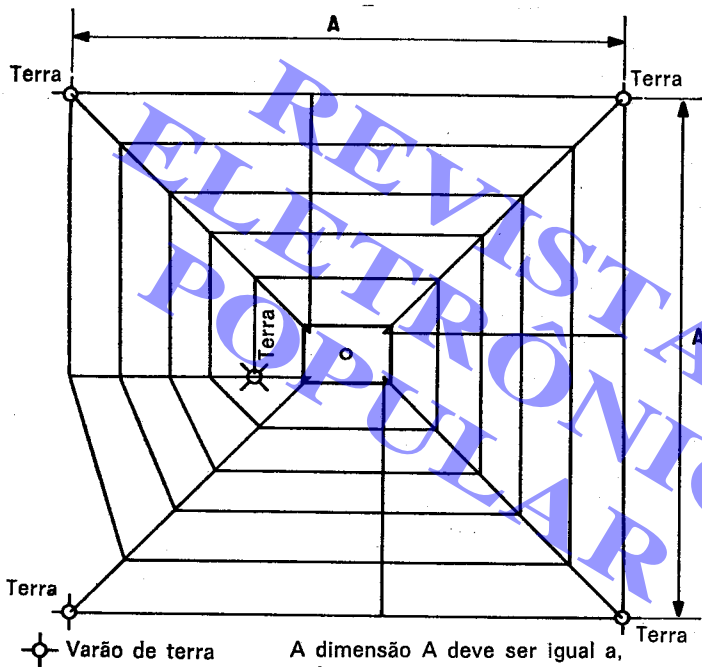
ONDE INSTALAR A ANTENA?

A melhor localização de uma antena vertical é sobre o próprio solo, como o atestam as milhares estações de radiodifusão. Portanto, a instalação é tanto melhor quanto mais próxima do solo esteja a antena. Além disso, um terreno situado em nível inferior aos vizinhos constitui, efetivamente, a melhor localização. Estas regras são completamente opostas às idéias habituais dos amadores, segundo as quais a antena deve ser instalada no ar, a uma altura considerável do solo.

Vê-se, na Fig. 9, que o extremo inferior da antena deve estar exatamente no solo para que se possa conectar nesse ponto uma linha coaxial de 52 ohms. Se a antena se achar a diversos metros acima do solo, será necessário um comprimento considerável de fio para se atingir a tomada de terra. Como esse fio suplementar constitui uma parte da antena, não mais teremos uma antena em quarto de onda, e o conjunto não funcionará conforme previsto.

Como a extremidade inferior da antena deve estar exatamente no solo, não é possível instalá-la no topo de um poste, a menos que o sistema de tomada de terra possa ser estendido até esse ponto, o que não é possível para uma antena com plano de terra artificial. As frequências inferiores ditam tal impossibilidade e, além do mais, nada se ganharia, salvo numa região com uma construção metálica dentro do campo da antena.

É perfeitamente possível fazer a instalação sobre um telhado horizontal ou de pequena inclinação. Mas, nesse caso, a tomada de terra necessitará de condutores radiais mais numerosos, e somente através de ex-



A dimensão A deve ser igual a, pelo menos, metade da altura da antena. Fazer boas junções para solda

FIG. 12 — Instalação da tomada de terra em espaço reduzido.

periências poderá ser obtido o melhor funcionamento possível.

Normalmente, então, o maior problema da instalação de uma antena vertical reside na tomada de terra.

COMO INSTALAR UMA BOA TOMADA DE TERRA?

Descreveremos agora um sistema básico, que deve merecer a preferência: uma instalação ao nível do solo. Em seguida, apresentaremos variantes, para os casos em que a superfície de terreno disponível é limitada. Tais variantes aplicam-se, igualmente, a outras localizações acima do solo.

As tomadas de terra recomendadas para estações de radiodifusão devem compreender, pelo menos, 120 condutores radiais. Cada um desses condutores deve ter o mesmo comprimento da antena, partindo da extremidade inferior desta.

Felizmente, um número mínimo de 4 condutores radiais, com aproximadamente o comprimento da antena, será normalmente suficiente para as frequências mais elevadas empregadas pelos amadores (ver Fig. 11).

Caso possível, deverá ser instalado um número maior de condutores radiais, para melhorar o funcionamento da antena. De preferência, todos esses condutores radiais devem comportar um varão de terra, conforme indicado na figura. Os condutores radiais podem ser enterrados no solo ou simplesmente estendidos sobre ele; nesse último caso, normalmente eles se enterram progressivamente, se não forem tocados.

Se o espaço disponível for muito pequeno e não houver possibilidade de instalação dos condutores radiais de comprimento indicado pelo fabricante da antena, pode-se dobrar ligeiramente esses condutores ou seccioná-los em um comprimento mais curto, instalando, em contrapartida, um maior número de condutores. Se o espaço disponível for bastante inferior ao necessário para uma tomada de terra normal, poderemos adotar a disposição da Fig. 12, na qual a dimensão A não deve ser inferior à metade da altura total da antena.

Se o espaço disponível for retangular, em vez de quadrado, a tomada de terra será satisfatória se cobrir aproximadamente a mesma superfície e se for instalada da mesma forma. Pode-se igualmente instalar a tomada

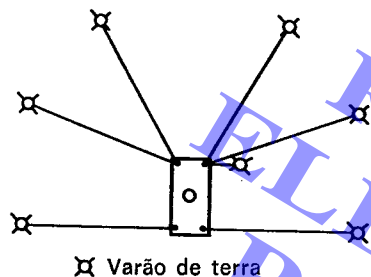


FIG. 13 — Tomada de terra instalada de modo excêntrico.

de terra da antena de forma excêntrica, como indicado na Fig. 13.

INSTALAÇÃO EM TELHADO

Todos os métodos descritos para as instalações sobre o solo podem ser igualmente empregados nas instalações em telhados. É incômodo instalar numerosos varões de terra, mas é necessário prever pelo menos um. Esta tomada de terra, que deve ser constituída por um condutor grosso ligado a um varão de terra ou à tubulação hidráulica, é independente da que deve ser igualmente prevista para o condutor externo da linha coaxial.

Os telhados metálicos constituem boas tomadas de terra, com a condição de que as diversas partes metálicas assegurem bom contato elétrico, não estando nem enferrujadas nem fortemente corroídas nas juntas. Será necessário um condutor curto ligado do pé da antena ao telhado, o qual deverá estar bem aterrado.

PROTEÇÃO CONTRA RAIOS

Um pára-raios de pontas ou de esferas bem construído, e instalado ao pé da antena, protege convenientemente o imóvel e o material da antena. Um afastamento de 3 mm entre os condutores ou as esferas não deixará passar uma descarga atmosférica com a potência máxima permissível. A Fig. 14 representa um pára-raios de pontas de fácil realização.

ESTAIAAGEM

Deve-se observar as instruções dos fabricantes no que diz respeito à estaiagem das antenas verticais. Nos casos em que os estais não são metálicos (por exemplo, quando se usam cabos plásticos) e quando o comprimento dos cabos fornecidos junto com a antena for insuficiente (no caso de uma instalação pouco habitual), pode-se prolongar esses cabos com fios ou cabos metálicos interrompidos por isoladores. Entretanto, de-

ve-se empregar cabos plásticos sempre que possível. Não é recomendável utilizar um edifício como suporte, pois os elementos metálicos da construção provocam absorção, se bem que uma instalação desse tipo possa revelar-se satisfatória quando não se dispõe de local mais apropriado.

COMPRIMENTO DO ALIMENTADOR

Como as antenas verticais podem ser instaladas perto do transmissor, a tendência é encurtar a linha de transmissão tanto quanto possível. Com linhas coaxiais, isto pode provocar dificuldades nas frequências mais baixas, em razão de ressonâncias da linha. Pode-se evitar esse inconveniente dando à linha um comprimento equivalente a pelo menos meio comprimento de onda da frequência mais baixa transmitida.

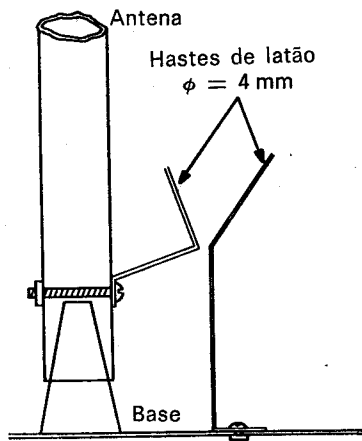
Com linhas coaxiais do tipo RG, tais comprimentos são os seguintes:

Faixa	Comprimento da linha
20 m	7,00 m
40 m	13,75 m
80 m	27,50 m

REALIZAÇÕES PRÁTICAS

Podemos, agora, descrever a construção de algumas antenas verticais. Não retornaremos à antena Marconi — simples haste vertical de um quarto de onda — que evidentemente não funciona corretamente senão na

FIG. 14 — Pára-raios de pontas, para proteção da antena e do equipamento.



CO-RADIOAMADORES ★ CO-RADIOAMADORES ★ CO-RADIOAMADORES ★ CO-RADIOAMADORES ★ CO-RADIOAMADORES

coaxial de 52 ohms, sendo vantajoso enter-
rá-la entre a estação e a antena.

Antena GPA5 para todas as faixas — No campo das antenas comerciais, podemos citar a GPA5 (Fritzel), prevista para as cinco faixas decamétricas. Essa antena é conhecida por ser utilizada no topo de um mastro metálico, comportando um conjunto vertical com altura da ordem de 5,20 m, sintonizado por diversos rejeitores em 3,7 — 14,2 — 21,2 e 28,5 MHz.

A particularidade dessa antena é comportar um dipolo horizontal, encurtado por intercalação de bobinas e sintonizado em 7,05 MHz; além disso, tem irradiadores para equilibrar o funcionamento do conjunto vertical. O alimentador é do tipo coaxial, de 52 ou 75 ohms (ver Fig. 16).

Como em todas as antenas com rejeitores, são estes que, por suas ressonâncias, seccionam elétrica e automaticamente o conjunto vertical em diferentes quartos de onda, segundo a faixa de funcionamento. Partindo da base, um primeiro rejeitor sintonizado em 28,5 MHz isola uma parte do tubo com cerca de 2,50 m de comprimento, que funciona na faixa de 10 m; obtemos assim uma antena com plano de terra, em quarto de onda clássico.

Um segundo rejeitor, sintonizado em 21,2 MHz, permite a operação na faixa de 15 m, comportando-se o rejeitor de 28,5 MHz, agora, como uma simples bobina; o conjunto funciona, assim, como uma antena de um quarto de onda encurtada pela presença e efeito dessa "bobina".

Uma simples bobina para 14,2 MHz permite, por seu lado, a operação na faixa de 20 m; como anteriormente, os rejeitores de 28,5 e 21,2 MHz comportam-se como simples bobinas e de novo o conjunto se transforma num quarto de onda encurtado.

Enfim, o conjunto vertical completo acha-se sintonizado em 3,7 MHz; uma modificação desta frequência de ressonância na faixa de 80 m é possível por ajuste de uma haste deslizante telescópica existente no topo do conjunto (variação de 100 kHz por 10 cm, aproximadamente).

Para um bom funcionamento na faixa de 80 m, a base da antena (massa onde se acha ligada a malha do cabo coaxial, bem como o mastro metálico que suporta o conjunto) deve estar ligada a uma excelente tomada de terra, através de um fio de cobre grosso.

Nas faixas de 10, 15 e 20 m, o equilíbrio elétrico é obtido por meio dos irradiadores, que têm, respectivamente, os seguintes comprimentos: 2,60 — 3,55 e 5,25 m. Esses irradiadores devem fazer com o mastro um ângulo de 50 ou 80°, dependendo da impedância do cabo coaxial utilizado (50° para 75 ohms; 80° para 52 ohms).

FAIXA DO CIDADÃO

11 METROS

27 MHz

A mais especializada firma de São Paulo. Aparelhos, antenas e instalações.

ARNALDO MEIRELLES

PY2FC/PX-2-0166

Avenida Rouxinol 961

Tel.: 241-3978

CEP 04516 -- S. Paulo

Enfim, como já dissemos, na faixa de 40 m a irradiação se efetua por um dipolo horizontal encurtado por duas bobinas intercaladas.

Antenas verticais Mosley — No que diz respeito às antenas verticais comerciais que funcionam com polarização vertical em todas as faixas, podemos citar as seguintes antenas Mosley com rejeitores:

Tipo V3: para as faixas de 10 — 15 — 20 m; altura: 3,60 m.

Tipo V4-6: para as faixas de 10 — 15 — 20 — 40 m; altura: 6,10 m. Há uma bobina adicional para ser eventualmente montada na base desta antena, para obtenção de bom funcionamento em 80 m.

Tipo V4-8: para as faixas de 40 e 80 m; altura: 15,93 m.

Tipo V5: para as faixas de 10 — 15 — 20 — 40 — 80 m; altura: 13,40 m.

Em princípio, o alimentador utilizado em todas essas antenas é um cabo coaxial de 52 ohms. Normalmente, esses tipos de antenas são instalados sobre o solo, com uma boa tomada de terra na base (recomendação da Mosley). Para instalá-las no topo de um mastro, será preciso reconstituir um plano de terra artificial, com a ajuda de irradiadores e da forma explicada no tópico "Generalidades". ©