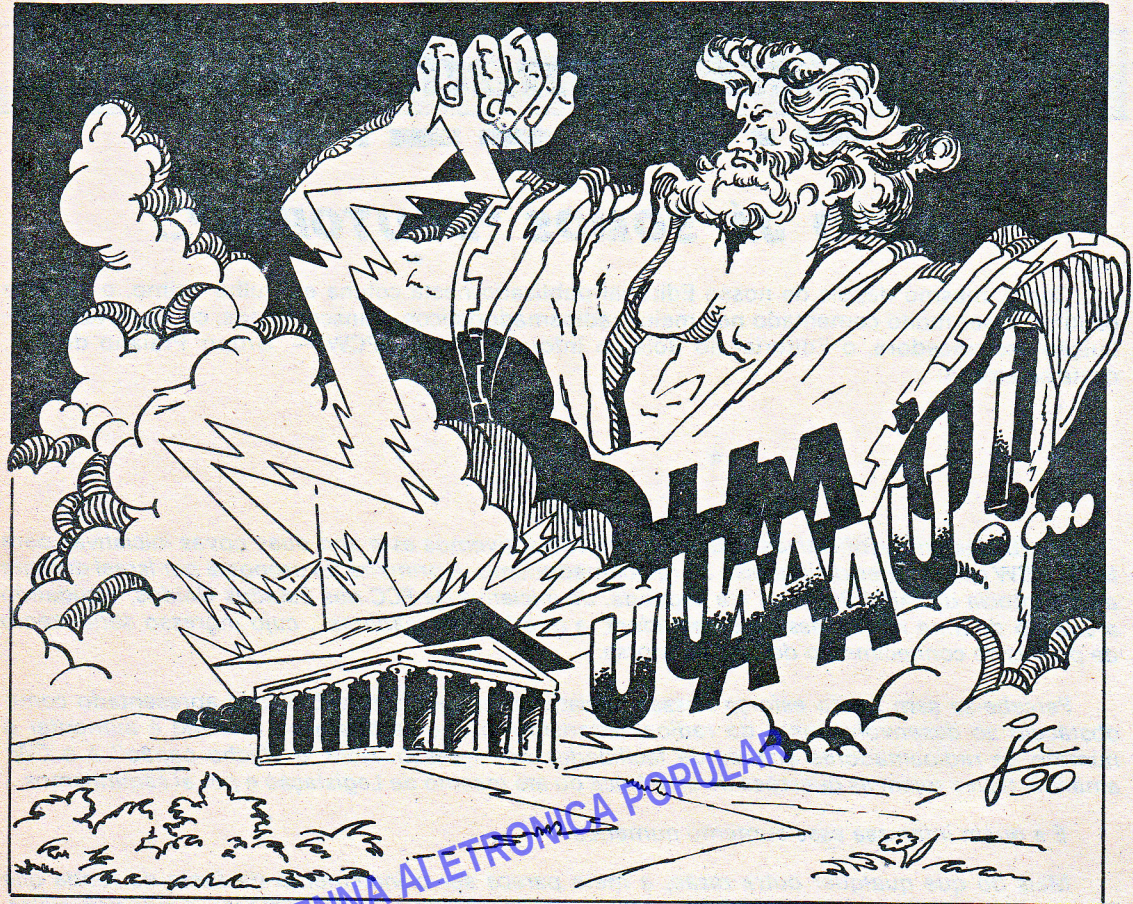




OS RAIOS: COMO LIDAR COM ELES

José Américo Mendes

Mau humor dos deuses, ou seja lá o que sejam, os raios ainda assustam e incomodam muita gente. Assim, não custa nada saber como lidar com eles...

Há séculos o homem deixou de temer as tempestades como um sinal de desagrado dos deuses. A despeito, porém, de suas conquistas tecnológicas, ele ainda se sente inseguro, frente às tremendas forças liberadas por aquelas manifestações da natureza e, assim, vamos dizer alguma coisa sobre aquilo que, afinal de contas, não é tão feio quanto parece.

Isto porque, mesmo hoje em dia, as descargas elétricas são um mistério para muita gente, mesmo que atuem em atividades e locais que sofram diretamente os seus efeitos, como as estações de rádio. Talvez a coisa se explique pelo fato de que

os danos pessoais e materiais de que se tem notícia, em nosso país, sejam bastante reduzidos. Mesmo assim, sabe-se de inúmeros casos de equipamentos destruídos pelos raios, ainda que sem um impacto direto.

Em compensação, há regiões, como a Flórida, em que é altíssima a incidência de tormentas elétricas, com a média alcançando os cem dias anuais.

Por motivos óbvios; as estações de rádio estão, geralmente, muito mais expostas aos raios do que qualquer outro tipo de instalação, isto porque os locais altos que favorecem as transmissões são, não só mais vulneráveis, mas, também, tor-

nam bem mais difícil o correto aterramento dessas instalações.

Desta forma, são os requisitos de **proteção**, e não os de **transmissão**, que determinam as técnicas de aterramento, já que, a grosso modo, o aconselhável é desviar para a terra, na estação, a maior parcela possível da descarga elétrica. O restante, então, será de quantidade tão reduzida que não trará transtornos às instalações.

Mas, afinal, o que é, de onde vem e como chega o raio?

O QUE É O RAIOS

O raio é uma descarga elétrica que pode ocorrer entre nu-

vens, ou entre uma nuvem e o solo. A impedância dos objetos, ocasionalmente situados no trajeto da descarga é consideravelmente inferior à impedância do trajeto total, o que nos leva a admitir que o raio provém de uma fonte de corrente constante.

As amplitudes de pico dos raios variam infinitamente de um para outro e dependem, sobretudo, de fatores meteorológicos e da composição do solo.

A proporção que as condições atmosféricas assumem determinada composição, dão origem a perturbações que são conhecidas como "tempestades" e, assim, não custa falar sobre elas...

AS TEMPESTADES

De um modo geral as tempestades são de dois tipos:

a) — **as tempestades de convecção**, que são aquelas de extensão local e de duração relativamente curta;

b) — **as tempestades frontais**, que abrangem áreas maiores e podem durar horas. As do primeiro tipo são mais frequentes no Brasil.

A formação das tempestades de convecção depende, na maioria dos casos, das condições meteorológicas e topográficas locais; como são provocadas pelo aquecimento localizado do ar nas proximidades do solo, sua maior ocorrência se dá sempre no verão. São de natureza não regenerativa porque a chuva logo esfria a terra e, assim, dissipa sua fonte de energia.

Já as tempestades frontais, resultam do encontro de uma frente quente e úmida com uma frente fria, que pode abranger centenas de quilômetros, expondo largas áreas às descargas elétricas. Estas tormentas são sempre de natureza regenerativa, porque as massas de ar continuam chegando à região, mantendo durante horas a turbulência necessária ao desenvolvimento das tempestades.

A intensidade e, especialmente, a incidência de descargas atmosféricas no sentido nuvem-terra são muito maiores

nas tempestades frontais do que nas tempestades de convecção.

O CICLO DO RAIO

A descarga elétrica ocorre quando a diferença entre as cargas positiva e negativa, que formam o potencial elétrico, cresce o bastante para vencer a resistência isolante do ar, provocando o surgimento de um caminho condutor, através do qual a corrente passa a fluir entre estes dois campos. O potencial, nestes casos, pode chegar a cem milhões de volts (Fig. 1).

O corisco representa, então, o fluxo de corrente elétrica do pólo negativo para o pólo positivo, na maioria dos casos, podendo dar-se de uma nuvem para outra, de uma nuvem para o solo ou, quando há estruturas elevadas na área, do solo para a nuvem. A elevada luminosidade que se observa, então, deve-se ao brilho dos átomos e moléculas de ar ionizados pelas cargas elétricas.

O trovão, que tanto apavora as pessoas, é, apenas, o estampido causado pela expansão explosiva do ar aquecido pelo raio. Quando uma falca cai próximo, ouvimos um ruído seco e metálico, ao passo que, se a queda é mais distante, percebemos um ruído surdo e arrastado.

O relâmpago, por sua vez, que quase sempre antecede às tormentas, é um clarão generalizado sobre uma grande área, resultado, muitas vezes, de descargas entre nuvens. O relâmpago térmico, observado nos dias quentes é, no mais das ve-

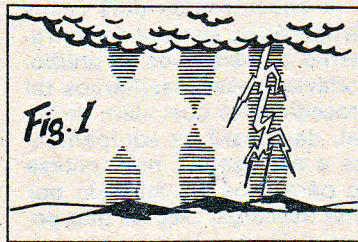
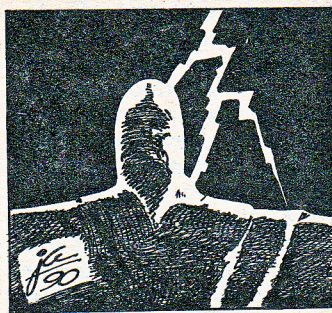


Fig. 1 — À proporção em que a diferença de polaridade vai crescendo entre a nuvem e o solo (no exemplo) a resistência isolante do ar vai diminuindo, até desaparecer, formando, assim, um caminho condutor para o raio.



TEORIA & PRÁTICA

Depois de muitos anos sem maiores cuidados, o símbolo mais famoso da cidade do Rio de Janeiro — o Cristo Redentor — está sendo totalmente recuperado, e durante os trabalhos, os engenheiros descobriram que não foram apenas as infiltrações e as fissuras no revestimento de pedra-sabão, que causaram os maiores danos à estrutura da estátua. Segundo o engenheiro coordenador dos trabalhos, as descargas elétricas, que o monumento recebeu ao longo do tempo, danificaram profundamente as ferragens.

Apesar de possuir um pára-raios, o aterramento era deficiente — principalmente pelo fato de ter sido feito a um bloco granítico, em vez de estender-se o cabo de terra até um ponto em que a condutividade do solo fosse satisfatória. Por causa disto, as correntes elétricas, em vez de fluírem para o solo, retornavam à estátua. Este mau aterramento, segundo os técnicos, contribuiu para oxidar a estrutura, a ponto das peças de fixação da cabeça estarem seriamente ameaçadas.

Isto prova o quanto um aterramento pode ser importante; assim, leia com atenção o artigo aqui publicado!

zes, reflexos de descargas que ocorrem além do horizonte.

E agora que o raio já não é tão desconhecido quanto antes, vamos falar de uma proteção relativa às instalações e equipamentos contra os perigos e incômodos destas descargas, através do aterramento.

O aterramento ideal, consiste em fazer uma conexão de terra, com um mínimo de resistência e impedância, aos vários elementos da estação. Onde e como se obter um terra adequado, é um assunto que pode ser

encarado de duas maneiras: se o objetivo for uma proteção efetiva contra descargas elétricas **diretas**, o problema se torna muito sério. Um raio gera tensões elevadíssimas, como já vimos, e, para o seu "escoamento", são necessários estudos amplos, com o emprego de grossos cabos metálicos, como se observa nos pára-raios dos edifícios. Há, inclusive, a este respeito, rigorosas normas técnicas que definem as características dessas instalações, elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

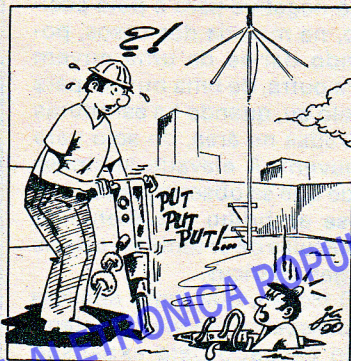
Evidentemente, não é destes aspectos que iremos nos ocupar neste artigo, e sim de providências mais simples, ao alcance do radioperador, para reduzir as perturbações da electricidade estática na rádio-recepção e para uma relativa proteção de seu equipamento contra surtos provenientes de descargas próximas.

O primeiro problema é onde obter uma efetiva ligação à terra. Deixando de lado a anedota (será anedota mesmo?...) daquela operadora que "aterrou" seu equipamento enfiando um pedaço de fio no vasilho de plantas que enfeitava o "shack", nem sempre é fácil a obtenção de um terra conveniente. Antigamente, quando se precisava de um bom aterramento, buscava-se logo a tubulação de água. Hoje, porém, com a predominância dos tubos plásticos e das caixas de

cimento-amianto, a tubulação de água está totalmente isolada da terra e, não raro, só se vai encontrá-la metálica, antes do hidrômetro, ou da pena-d'água.

Uma possível conexão que, entretanto, é vedada por normas e posturas municipais, está nos canos de gás de rua, os quais **em hipótese alguma** devem ser ligados a sistemas elétricos!

Para os operadores que residem em prédios de apartamentos as opções na busca do aterramento podem estar na malha de vergalhões de ferro embutida no concreto; na rede de ele-



A malha de vergalhões, nas colunas e lajes, permitem um bom terra. Só é preciso ser cuidadoso, ao procurá-la...

trodutos da instalação elétrica; na de água potável; nas redes de esgotos primário e secundário e, mesmo, na rede de águas pluviais. Obviamente, os eletrodutos e tubos deverão ser **metálicos**. Plástico, cimento-amianto e manilhas de barro, estão fora de cogitação...

Já encontramos dois casos de ligação ao sistema de aterramento do pára-raios do prédio. Ainda, desaconselhamos tal procedimento que, além de ilegal, danificará os equipamentos a ele ligados, na hipótese do pára-raios ser atingido por uma descarga, face ao alto potencial de energia que desce pelo condutor.

Para aqueles que residem em casas, o terra mais satisfatório é proporcionado pelos eletrodos de aterramento, ou hastes de aterramento. São estacas metálicas cravadas no solo e li-

gadas ao sistema que se pretende proteger. Em instalações profissionais, como as subestações elétricas, os eletrodos de aterramento são maciços, de aço encamisado com cobre ("copper weld") e seu custo é elevado. Todavia, nas lojas de material elétrico, são encontrados tipos mais econômicos, em ferro galvanizado, perfeitamente utilizáveis onde não haja necessidade de tanto rigor técnico no aterramento.

O leitor, contudo, poderá até mesmo optar por uma solução ainda mais econômica: um pedaço de cano galvanizado, de 1 1/2 polegadas de diâmetro, com, pelo menos, 1,5 metros de comprimento. Para aumentar a condutividade do solo no qual vai ser enterrada a haste, coloque sal grosso no buraco, até que atinja a metade do tubo. É que o sal, sendo higroscópico (absorve a umidade) e bom condutor, aumenta a eficiência do aterramento. Não é necessário concretar o tubo, embora isso possa ser feito sem prejuízo para o sistema. Nos projetos de proteção contra descargas diretas costuma-se enterrar totalmente os eletrodos, cujas pontas ficam abaixo da superfície do solo. Para nossa finalidade, o mais prático é deixar uns 20 centímetros acima do solo para facilitar a ligação do terra. Use, para isso, braçadeiras metálicas e examine-as periodicamente, reapertando-as quando necessário, ou substituindo-as quando corroídas pela ferrugem (Fig. 2).

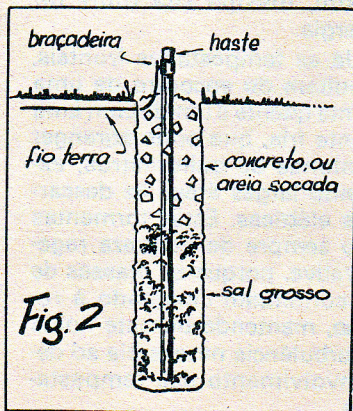
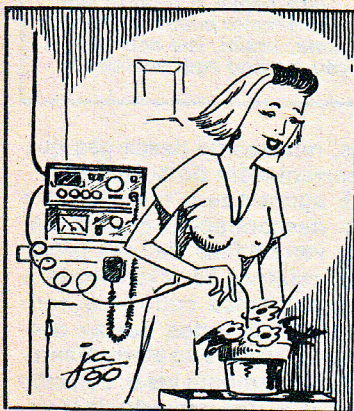


Fig. 2 — Um terra econômico pode ser conseguido com a instalação acima. Maiores detalhes, no texto.



O aterramento não é algo tão simples quanto ela pensa, mas também não é nenhum bicho-de-sete-cabeças...

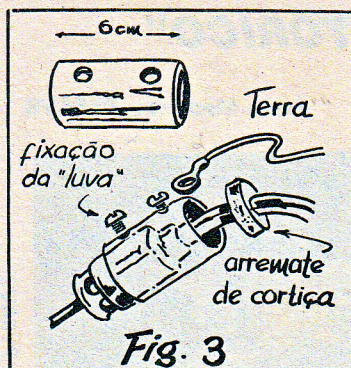


Fig. 3 — Uma "luva" metálica adaptada ao conector permite um aterramento bem efetivo à malha do coaxial.

AS LIGAÇÕES DO EQUIPAMENTO À TERRA

O fio-terra deve ser ligado ao transceptor, à malha do coaxial, ao mastro (ou torre) e à fonte de alimentação, podendo ser usado tanto o fio 10 AWG (ou IEC de 6mm²), quanto a cordoalha de cobre de seção equivalente.

A ligação à malha do coaxial pode ser feita por meio de uma peça metálica adaptada ao conector do cabo. Para fazê-la, use um pedaço de cano galvanizado, com 3/4 de polegada de diâmetro e 6 centímetros de comprimento, com parede suficientemente grossa para receber dois parafusos de 4 a 5 milímetros de diâmetro. Os furos deverão ficar a um centímetro de cada uma das extremidades e na mesma linha. A montagem está ilustrada na Fig. 3.

Caso o transceptor não seja provido de ligação específica para aterramento, faça-a em qualquer parafuso da caixa metálica, removendo a tinta do local para assegurar um bom contato elétrico. As ligações são feitas ao fio de aterramento mais longo — geralmente o da torre, ou mastro, que vai direto à haste metálica, ou, então, distribuídas entre os diversos sistemas disponíveis.

Alguns tipos de antenas são autoprotegidas contra surtos de eletricidade estática. É o caso, por exemplo, de antenas verticais com indutor na base,

com sua extremidade ligada à terra. Algumas direcionais (quadras, yagis, etc.) também possuem estrutura aterrada, e assim autoprotegidas contra descargas elétricas.

Há, entretanto, antenas (como as dipolo) que são isoladas totalmente da terra e nestes casos podem resultar tensões de eletricidade estática acumulada, que são perigosas para o equipamento. Nestas hipóteses, se ligássemos a antena diretamente à terra, a RF iria "pro brejo", já que o sistema ficaria em curto. Existem, porém, dispositivos que permitem descarregar a eletricidade estática da antena sem prejuízo para sua capacidade de transmissão — são os conhecidos centelhadores e, sempre que ocorre um surto de tensão, eles permitem uma descarga para a terra.

Os mais rudimentares são feitos com duas pontas metálicas, com um pequeno espaçamento entre elas. Até lâminas de barbear (Fig. 4) e velas de ignição de carros podem ser usadas para isto. Há, porém, centelhadores mais sensíveis no mercado, capazes de uma proteção mais efetiva já que atuam em surtos de tensão bem menores — são os protetores a gás, que são intercalados entre o conector da antena e a entrada do rádio. No comércio, temos o TEB, PT200, que começa a atuar em menos de

dez microssegundos, com tensões em torno de 220 volts. Eles podem ser considerados extremamente baixas, tendo em vista as altas cargas envolvidas. Outro caminho pelo qual os equipamentos podem re-

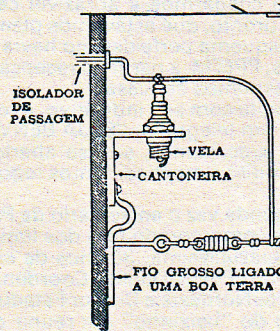


Fig. 5 — Outra solução um centelhador: vela de ignição de automóvel.

surto prejudiciais, seja eletricidade atmosférica mesmo industrial, é a redução da energia elétrica. Para evitarmos os "supressores transientes", que são dispositivos colocados entre a terra e o equipamento. No Brasil, temos a Soundy e a Dynatron fabricando estes acessórios que, além de proteção já mencionada, também possuem filtros anti-ruído.

Com as medidas descritas, é possível reduzir-se bastante os incômodos da eletricidade estática e proteger o equipamento. (Conclui à página seguinte)

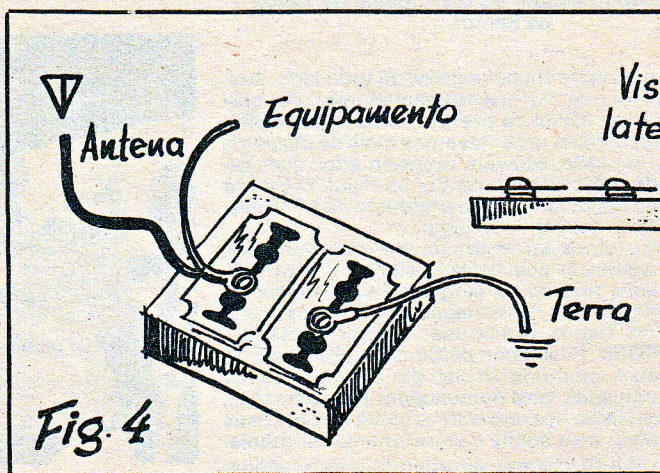


Fig. 4 — Um pequeno pedaço de madeira, 2 parafusos e duas lâminas separadas cerca de 2mm. Isto é tudo, para um centelhador...

OS RAIOS...

(Conclusão da pág. 207)

equipamentos da estação contra surtos e transientes, através de um correto aterramento que, todavia, não deve ser olhado como capaz de solucionar todos os problemas de proteção.

Todo e qualquer eletrodo de aterramento possui uma capacidade limitada de terra, mesmo no caso de estruturas muito amplas, como uma rede de canos metálicos de água. Para quem busca uma proteção efetiva contra **descargas diretas**,

os requisitos vão muito além do que foi aqui abordado, pois é preciso que haja uma equalização do sistema protetor, o que se consegue interligando-se todos os componentes condutores da instalação. Além disto, é necessário prover mais de um caminho de escoamento, com condutores suplementares para reduzir, tanto quanto possível, a impedância das vias de aterramento e, finalmente, a proteção mais eficiente só deverá ser alcançada, no caso de descargas diretas, mediante o uso de um sistema de pára-raios na casa ou edifício em que o operador resida.

Nesta hipótese, a antena deverá estar **sempre** abaixo do pára-raios e dentro de seu cone de proteção. Para aqueles que não contam com qualquer tipo de proteção, valem alguns conselhos:

- Não opere seu equipamento durante as tempestades, principalmente as de verão;
- Desligue seu equipamento da tomada, durante as tormentas, assim como desligue o coaxial e afaste-o da estação, pois há casos em que as cargas induzidas desçam pelos cabos, saltando para os equipamentos...

(□OR2741)