

## UM FENÔMENO EM VHF

Por Luiz Amaral  
PY1LL/PY4LC

Quando se opera em VHF numa região rica em obstáculos (prédios, morros, etc), estando os dois extremos utilizando antenas onidirecionais, verticais, por exemplo, nota-se um fenômeno interessante: há frequências em que o sinal é forte e, apenas alguns kHz acima ou abaixo, o sinal se torna fraco; se continuarmos a variar a frequência, o sinal torna a crescer e assim sucessivamente, ou seja, há máximos (picos) e mínimos (vales) do sinal com separação constante de alguns kHz apenas. À distância entre os máximos é a mesma daquela entre os mínimos e independente da faixa, isto é, se em 2 m, por exemplo, ela é de 11 kHz, o será também em 6 m. Esta distância, no entanto, depende da posição relativa das duas estações, sendo que uma terceira estação provavelmente notará mínimos e máximos diferentes em distância e em posição. Isto não pode ser explicado por características/ressonâncias das antenas porque depende da posição das estações e também porque, numa antena comum, as ressonâncias estariam muitos MHz separados e não alguns kHz (a próxima ressonância seria possivelmente num harmônico). Como explicá-lo então? A não ser que estejam em área livre de obstáculos, ambas estações receberão os sinais direto e refletido. Por simplicidade, vamos supor que se tenha apenas UM refletor como na FIGURA 1.

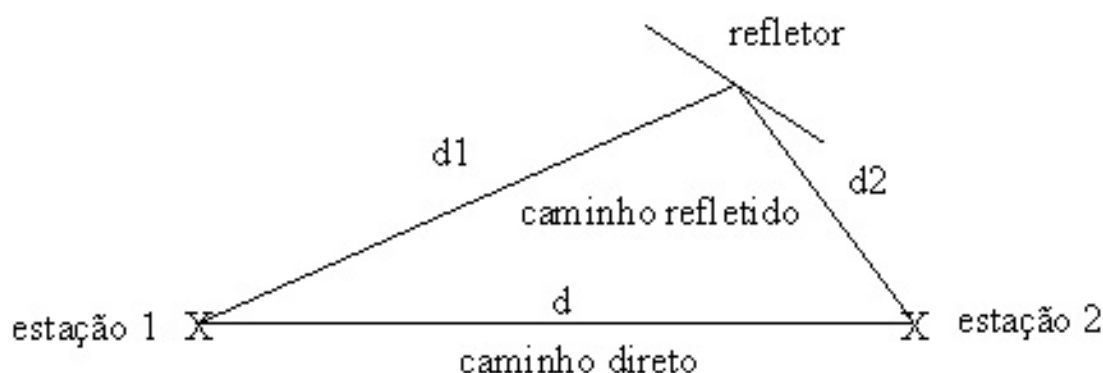


FIGURA 1

O caminho direto tem um comprimento  $d$  e o refletido tem um comprimento total  $d_1+d_2$ . Quando chegam ao receptor os dois sinais podem mutuamente se reforçar ou enfraquecer, dependendo da sua fase relativa. Quando esta for um múltiplo inteiro de  $2\pi$  ( $\pi$  é 3,141593...) os sinais somam suas intensidades e se obtém um pico. Por outro lado, quando a fase relativa for um múltiplo ímpar de  $\pi$ , os sinais se cancelam mutuamente e se obtém um vale.

Isto pode ser expresso em termos dos comprimentos dos caminhos: um pico ocorre quando a diferença de comprimento ao longo dos caminhos for um múltiplo do comprimento de onda  $\lambda$  e um vale quando aquela diferença for um múltiplo ímpar de  $\lambda/2$ .

Expressemos tudo isso (a diferença de caminhos é  $D = d_1+d_2-d$ ):

$D = n \cdot \lambda$  onde  $n$  é um inteiro (para os picos).

Como  $\lambda = c/f$ , onde  $c$  é a velocidade da luz e  $f$  a frequência de operação,

$D = n \cdot c/f$

Ou  $f = n \cdot c/D$

Quer-se procurar pela diferença de frequência de dois picos vizinhos. Sejam  $f_1$  e  $f_2$  estas frequências e  $F$  sua diferença.

Pode-se escrever:

$$f_1 = n.c/D$$

$$f_2 = (n+1).c/D$$

Isto porque  $n$  e  $(n+1)$  são inteiros vizinhos ( $f_2 > f_1$ ).

$$F = f_2 - f_1 = (n+1).c/D - n.c/D = c/D$$

$D$  é independente do pico escolhido, isto é, não contém  $n$ . Então é independente da banda de operação, como nós vimos experimentalmente. Finalmente a expressão para  $D$  é:

$$D = c/F$$

Isto é, se você sabe a diferença de frequência de dois picos vizinhos, você pode conhecer a diferença dos caminhos  $D$ . Se você usasse a equação para os vales,

$$D = (2.n+1).\lambda/2 \text{ onde } (2.n+1) \text{ é um número ímpar}$$

ao invés de picos, o resultado seria o mesmo (note-se aqui que dois números ímpares vizinhos são  $2.n+1$  e  $2.n+3$ ).

Saber  $D$  não é suficiente para determinar a posição do refletor, Mas a curva, cujos pontos têm a soma das distâncias ( $d_1$  e  $d_2$ ) a dois pontos fixos (as estações) constante, é uma elipse, onde os pontos fixos são os focos, como na FIGURA 2.

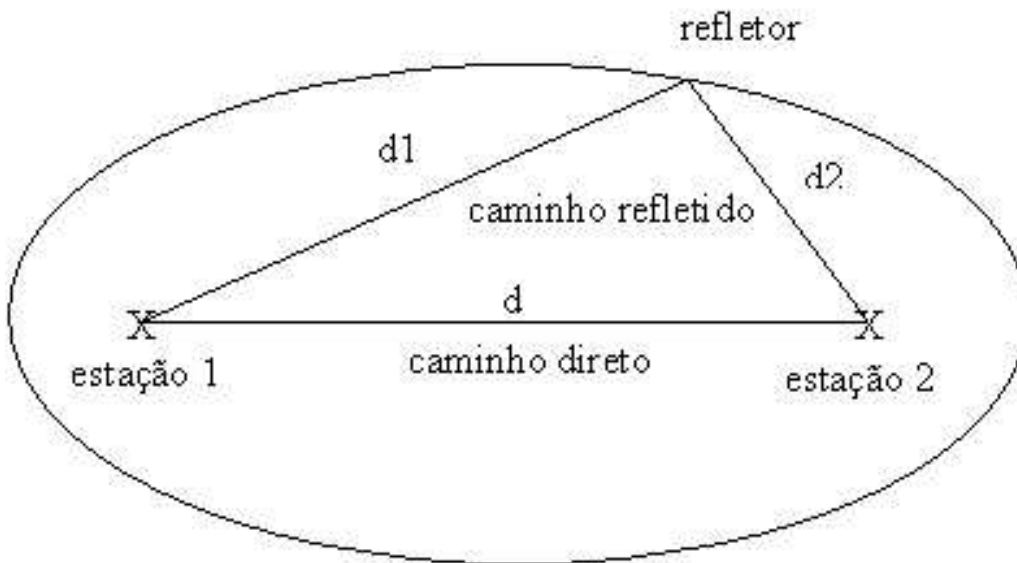


FIGURA 2

Assim, pegue um mapa que contenha todas as montanhas (refletores) da região, desenhe uma elipse tendo as duas estações como focos e o calculado  $d_1 + d_2 = D - d$ . O ponto onde a elipse intercepta um obstáculo é o refletor procurado.  $D$  é obtido da experiência medindo-se a diferença de frequência entre dois picos de sinal e usando  $D = c/F$ . Pode-se usar a banda mais conveniente.

Por Luiz Amaral  
PY1LL/PY4LC

Pontos importantes:

1 - seu rádio deve possuir fina resolução de frequência para maior precisão.

2 - para traçar a elipse você pode usar dois percevejos postos no mapa nas posições das estações. Amarre neles um barbante com comprimento igual a  $d_1+d_2$  e, mantendo o barbante esticado com um lápis, trace as duas metades da elipse (você tem de traçar uma metade por vez para evitar que o barbante se torça).

3 -  $d_1+d_2$  acima é o comprimento do caminho refletido tirado sobre o mapa, isto é, levando-se em consideração a escala do mesmo!

4 - quanto maior a diferença dos caminhos, mais próximos são os picos (ou vales) e vice-versa ( $F=c/D$ ). Usando antenas muito direcionais, você pode confirmar os resultados observando, nas direções apropriadas (use uma bússola sobre o mapa), os sinais direto e refletido que devem ser mais fortes do que os de outras direções.

5 - a presença de mais de um sinal refletido forte pode dificultar a determinação dos picos e vales claramente.

Todos sabem que, quando um avião voa sobre uma região de recepção de TV, a imagem tremula, variando seu contraste, isto é, a intensidade do sinal varia ciclicamente. Isto acontece por causa da interação entre os sinais direto e refletido (no avião metálico). A medida em que o avião se move, o comprimento do caminho refletido varia e também o faz a fase relativa. É o caso de frequência fixa e refletor se movendo.

Nosso presente caso é um equivalente daquele, mas com refletor fixo e frequência variando. Outro fenômeno similar é o 'fading' seletivo muito comum em transmissões de onda curta. É exatamente o mesmo fenômeno que estamos descrevendo aqui, mas os picos e vales caem dentro da banda de áudio (diferença de caminhos muito grande, pois o refletor, que é a ionosfera, está muito longe), isto é, algumas frequências são reforçadas e outras enfraquecidas dentro da banda de áudio. Não é um fenômeno estável por causa das alterações dinâmicas da ionosfera.

Eu levei a cabo as experiências com outro radioamador (PY1CYL, Tavares) e confirmaram-se todos os resultados. As experiências foram executadas em 6m e 2m e as diferenças de frequências dos picos foram as mesmas nas duas bandas, confirmando a explicação teórica do fenômeno.

**Por Luiz Amaral  
PY1LL/PY4LC**