

Previsão do alcance para a faixa do cidadão

REVISTA NOVA
ELETRÔNICA

*A altura da antena,
a potência efetivamente
irradiada, o ruído e a
sensibilidade influenciam o
alcance da comunicação.*

É de grande importância, para muitos operadores da faixa do cidadão, saber qual é o alcance efetivo de trabalho de seu equipamento. Neste artigo, exploramos um método para se determinar, com precisão, o alcance de conexões de rádio, de estações fixas para móveis e de estações móveis para fixas. Já que as comunicações pela faixa do cidadão estão limitadas, por lei, a 300 km, aproximadamente, dirigiremos nossa atenção apenas às ondas que viajam paralelamente à superfície da terra, e não àquelas que são lançadas ao espaço.

Os sinais irradiados por uma antena seguem duas rotas: um dos componentes se mantém paralelo à superfície terrestre e é chamado de onda terrestre. O outro componente dirige-se diretamente ao espaço, sendo algumas vezes refletido pela ionosfera. Apesar de que o alcance desses sinais possa chegar a centenas ou milhares de quilômetros, eles se constituem, no

melhor dos casos, de fenômenos transientes. Além disso, sem falarmos em considerações legais, tais sinais se apresentam muito raramente, pois a atividade solar está fraca, atualmente, e vai continuar assim por mais alguns anos.

Previsões do alcance

Restringindo nossa análise às ondas terrestres, podemos chegar a uma boa estimativa sobre o alcance de um sistema de rádio de duas vias. Para obtermos resultados significativos, precisamos determinar três quantidades básicas, que são as seguintes:

— **Potência efetivamente irradiada**, função da potência RF de saída do transmissor, das perdas nos conectores e na linha de transmissão e também do ganho ou perdas na antena.

— **Perdas de propagação**, função da altura das duas antenas, da distância entre elas e das perdas de terreno, para uma

dada confiabilidade de comunicação, acima da média do nível a 50%.

— **Perdas ambientes do receptor**, função do ruído ambiente nas vizinhanças do receptor, das perdas ou ganho da antena do receptor, das perdas nos conectores e na linha de transmissão e da razão sinal + ruído sobre ruído do receptor ($S + R/R$).

Uma boa maneira de se relacionar essas três quantidades está no gráfico da figura 1, chamado de «diagrama de nível de potência». Para utilizar esse diagrama, é necessário, primeiramente, encontrar o nível de potência equivalente à sensibilidade do seu receptor, móvel ou fixo, em dBm ou microvolts; a seguir, é preciso adicionar a esse valor uma certa quantidade, representada pelo fator «J» e pelas perdas de propagação (estes dois fatores serão explicados, mais à frente). Assim, é possível determinar, agora, a potência

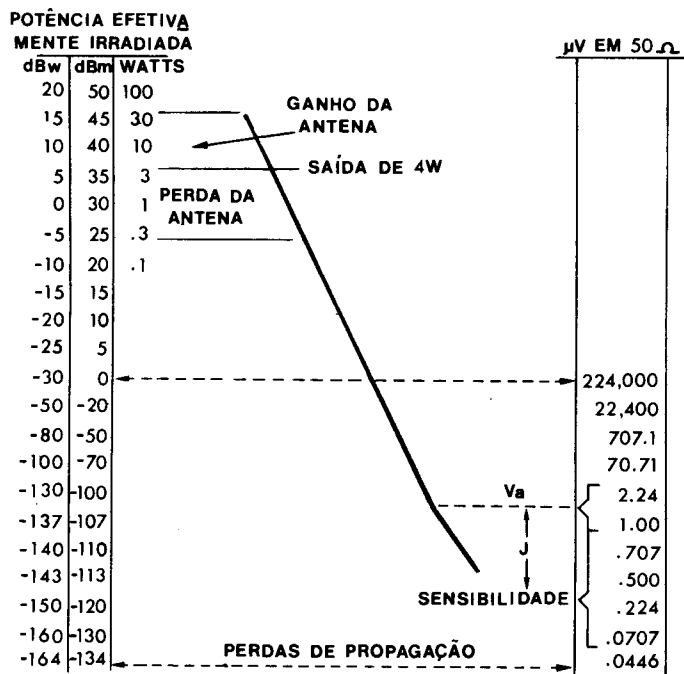


FIGURA 1

Diagrama de nível de potência, com relação entre potência, perdas de propagação, fator «J» e sensibilidade.

efetivamente irradiada necessária para cobrir uma certa distância, ou a distância coberta por uma certa potência efetivamente irradiada.

O fator «J»

É a diferença entre a sensibilidade do receptor e o nível de sinal requerido para uma comunicação efetiva. Certos estudos indicaram que é necessário dispor de um nível de sinal superior à sensibilidade do receptor, para que bons resultados possam ser obtidos. Esse nível de sinal (V_a) é influenciado, principalmente, pelo ruído RF ambiente, nas vizinhanças do receptor (note que o ruído considerado, em uma medição S + R/R, é gerado pelo próprio receptor). Entretanto, a antena receptora, a linha de transmissão e as perdas nos conectores também afetam o valor de V_a .

A fim de determinar o fator «J», é preciso proceder de uma das duas maneiras: ou assumir um valor para o ruído ambiente, nas vizinhanças do transceptor, móvel ou fixo, ou medir o nível de ruído, com o auxílio do medidor de potência do sinal do equi-

pamento. Se você optar pela estimativa do ruído ambiente, utilize as seguintes generalizações: 1 µV, para áreas rurais; de 3 a 10 µV, nos subúrbios; e de 10 a 40 µV, em muitas das áreas urbanas.

Por outro lado, você pode utilizar o medidor de potência de sinal (S meter) do seu transceptor. Nesse caso, mantenha o «squench» aberto, e observe a leitura do medidor, num canal livre; em seguida, consulte o manual de operações do seu aparelho ou escreva para o fabricante, requisitando as intensidades de sinal, em microvolts, correspondentes às leituras de S1 a S9.

Assim que o valor do ruído de RF tenha sido determinado, passe para o gráfico da figura 2, onde duas curvas foram levantadas. Uma delas corresponde à sensibilidade de 0,3 µV e a outra, à sensibilidade de 1 µV, que são os valores limites encontrados nos transceptores atuais. Nesse gráfico, encontre primeiramente o valor correto de ruído, no eixo horizontal e então, determine o valor de V_a , pelas curvas. Esse valor deve ser inserido na fórmula:

Fator «J» (dB) =

$$20 \log_{10} (V_a / \text{sensibilidade do receptor}).$$

Perdas de propagação

Este fator relaciona a potência efetivamente irradiada da parte transmissora da conexão via rádio com a fração dessa potência recuperada na parte receptora. As perdas de propagação, ao longo de um terreno plano, são calculadas com base em uma antena fixa de 18 m (acima do nível médio do solo) e uma antena móvel de 3 m. É importante considerar que o terreno entre as duas estações seja relativamente plano, sem colinas elevadas ou vales profundos e com poucos obstáculos feitos pelo homem (edifícios, etc.). E, além de tudo isso, acrescenta-se perdas adicionais de 4 dB, para prover uma maior margem de confiabilidade.

Em muitas áreas, o terreno está longe de ser plano ou ideal. E, de acordo com isso, você pode prever o aumento ou decréscimo de seu alcance, dependendo se a estação móvel estiver localizada no topo de uma colina, ou no fundo de um vale ou perto da base de edifício elevado.

Além desses, existem outros fatores que tornam o terreno não-ideal: um deles é a resistividade do solo; apesar da terra ser descrita como uma superfície plana e perfeitamente condutora, a terra real atua como uma resistência. Descobriu-se que, para frequências próximas aos 30 MHz, os sinais verticalmente polarizados, passando por sobre solo «bom» (ou seja, barro, pântano e outros semelhantes), são afetados pelo perfil da superfície e pela resistividade do solo, se a altura da antena for inferior a 9 m, em relação ao nível médio do solo.

As antenas móveis estão nessa categoria e, em consequência, pode-se esperar perdas de até 10 dB, devido a esse fator. Além de afetar a propagação, o solo pode também influenciar a impedância de uma antena mó-

vel e, portanto, perturbar o nível de eficiência do sistema de antena.

Previsões de alcance

Após determinar o fator «J», você pode se dedicar à estimativa do alcance de uma determinada conexão de comunicação. Em relação ao diagrama de nível de potência da fig. 1, está bem aparente o efeito provocado pelo fator «J». Na figura 2, pode-se ver a influência do fator «J» em V_a , para certos níveis de ruído e sensibilidades de aparelhos. O fator «J» e as perdas de propagação foram consideradas, ao se levantar a figura 3, que é um gráfico que relaciona a potência efetivamente transmitida com a distância. A fim de simplificar sua utilização, levantou-se uma família de curvas, ou seja, para duas sensibilidades de equipamento (0,3 e 1 μV) e para quatro níveis de ruído RF (0,3, 1, 3 e 10 μV).

Vamos supor que desejamos uma cobertura omnidirecional, a partir de uma estação fixa, com uma antena de 18 m. Consideremos que a potência efetivamente irradiada seja igual a 4 watts ou 36 dBm (esta condição ocorre quando a saída de potência RF do transceptor é de 4 W — o limite legal — e quando o ganho da antena compensa exatamente as perdas sofridas nos conectores e na linha de transmissão). Depois, vamos assumir que a área de operação é suburbana, com um ruído ambiente de 3 μV , e que a sensibilidade do aparelho é de 1 μV , para 10 dB de S + R/R. Com esses dados, é só determinar o alcance.

Localize a linha horizontal de 36 dBm e trace uma reta até encontrar a reta de 3 μV ; agora, é só traçar uma linha vertical e ler a distância encontrada. No nosso caso, encontramos o total de 8 km.

É claro que podemos nos mover no sentido inverso e determinar a potência necessária para vencer uma distância de 8 km.

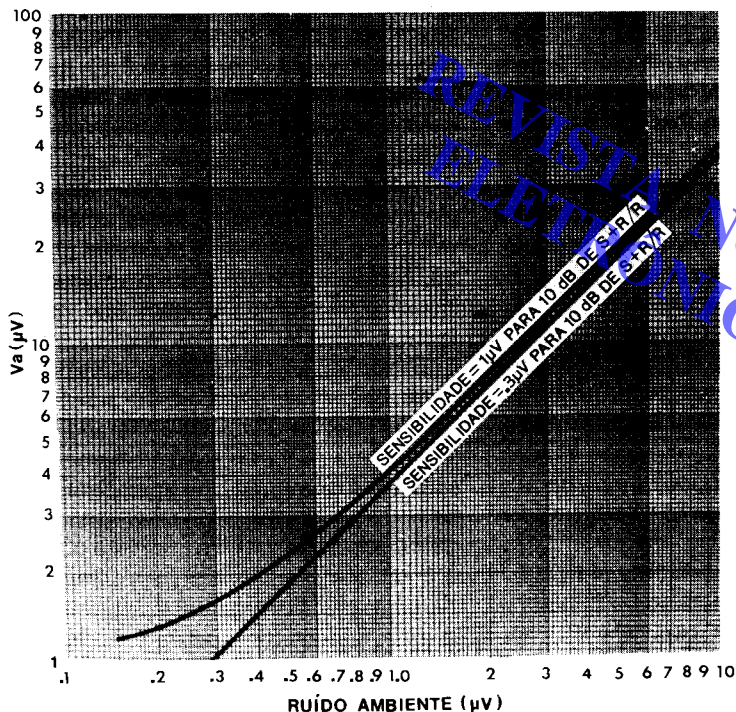


FIGURA 2

V_a em relação ao ruído RF ambiente.

Comentários adicionais

As antenas móveis são menos eficientes que as fixas e, portanto, é lógico que o alcance das primeiras será mais limitado (tipicamente, será de 1,8 km).

A partir das figuras 2 e 3, pode-se concluir que, para ruído ambiente superior a 1 μV (que é o caso, em geral, para a faixa do cidadão), um aumento na sensibilidade de 333 1/3%, ou seja, de 1 μV para 0,3 μV , para 10 dB de S + R/R, vai reduzir a potência necessária em apenas 10%. Somente em ambientes extremamente «limpos» de RF (abaixo de 0,5 μV), que provavelmente não existem, para a faixa do cidadão, nem mesmo nas áreas rurais mais afastadas, teremos uma redução significativa na potência requerida para uma certa distância.

Em outras palavras, uma sensibilidade de 1 μV , para 10 dB de S + R/R, parece ser adequada para grande parte das aplicações. No entanto, saber se uma relação sinal + ruído sobre ruído de 10 dB é suficiente para uma boa inteligibilidade, é uma questão

totalmente diferente. Se o operador empregar um receptor mais sensível (de 0,3 μV para 10 dB de S + R/R, por exemplo), fornecendo uma melhor relação (15 dB a 1 μV , por exemplo), ele terá vantagem, em termos de qualidade de áudio ou inteligibilidade.

Uma outra área digna de consideração refere-se aos méritos de uma antena direcional sobre uma omnidirecional. Sem sombra de dúvidas, uma antena direcional permite a redução das interferências (e, em consequência, a melhora da inteligibilidade), ocasionadas por estações que não estejam sintonizadas. Mas, vamos limitar esta discussão ao mérito relativo, em termos de alcance, apenas.

A altura máxima permitida para uma antena omnidirecional é 18 m, acima de uma formação natural, do solo plano ou de uma estrutura artificial. Para uma antena direcional, a máxima altura permitida é 6 m. É possível provar que, se a altura da antena for reduzida à metade, você necessitará 6 dB de potência a mais, para atingir a mesma distância.

POTÊNCIA EFETIVAMENTE IRRADIADA

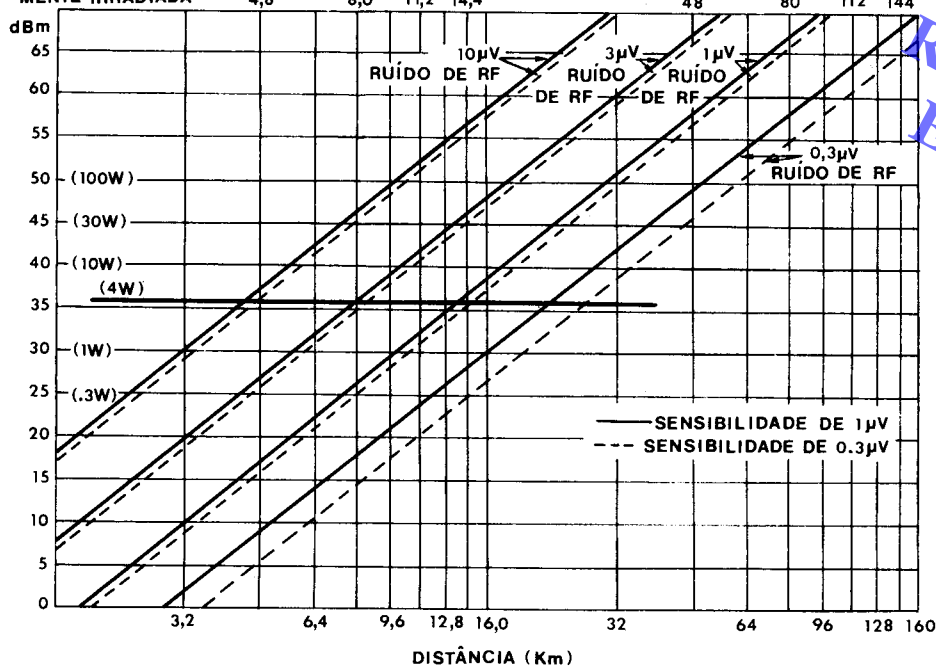


FIGURA 3

Potência efetivamente irradiada, em relação a diversas distâncias, para duas sensibilidades e vários níveis de ruído de RF.

Assim, se você está planejando instalar uma antena omnidirecional, com ganho unitário e 18 m de altura, e quiser saber antes as vantagens de uma antena direcional, acoplada a um rotor, considere o seguinte:

Você deve subtrair 6 dB do ganho da antena direcional, devido ao seu menor tamanho. Nos termos da figura 3, comece com uma potência de 36 dBm, adicione o ganho da direcional, subtraia 6 dB e encontre, então, a reta apropriada no gráfico, através da qual você poderá descobrir o alcance previsto.

Se o ganho da direcional for de 6 dB, o alcance será o mesmo para os dois tipos de antena. Se os ganhos de 9 dB, ou acima, não estiverem disponíveis, ou se a antena direcional não puder ser montada a uma altura superior a 9 m, acima do nível médio do solo, a antena omnidirecional, montada a 18 m, acima do nível médio do solo, é a melhor escolha.

BRASITONE

O mais completo e variado estoque de circuitos integrados C-MOS, TTL, Lineares, Transistores, Diodos, Tiristores e Instrumentos Eletrônicos

Rua 11 de Agosto, 185 -- Campinas -- Fone 31-1756