

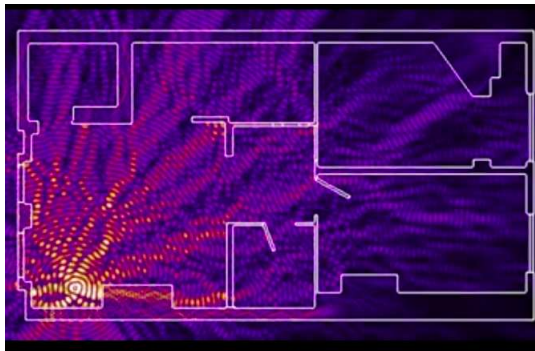
Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Estudo de Propagação das Ondas Eletromagneticas

Uma onda eletromagnética sofrerá diversos efeitos enquanto atravessa a distância entre o receptor e o transmissor. Os principais são:

- Atenuação;
- Reflexão;
- Refração;
- Difração.



Atenuação

A atenuação corresponde a absorção (diminuição) da energia em função da distância. Como a energia de uma frente de onda se espalha à medida em que aumenta a distância da origem, a intensidade do sinal cai com a distância na razão direta do aumento da área coberta pela frente de onda, seja qual for o meio de transmissão.

O vapor-d'água e as moléculas de oxigênio existentes na atmosfera são os principais responsáveis pela absorção de energia.

Atenuação

A atenuação depende da frequência de operação e do meio. Determinados meios absorvem mais energia em uma determinada frequência de que outros meio na mesma frequência. Ou no próprio meio, o aumento da frequência aumenta a atenuação. Por exemplo, a água atenua mais o sinal de rádio que o ar.

Curiosidade

Ocorre pouca absorção quando a onda se propaga sobre a superfície do mar. Assim, as ondas terrestres de frequência muito baixa percorrem grandes distâncias sobre os oceanos.

Atenuação

Perda no espaço livre para uma antena isotrópica (antena que irradia igualmente em todas as direções, o diagrama no espaço seria equivalente a uma esfera), é dado por:

$$L = \frac{P_t}{P_r} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi df}{c} \right)^2$$

onde: L é a atenuação, P_t é potência na antena de transmissão, P_r é potência do sinal na antena de recepção, d é distância entre as antenas, λ é o comprimento de onda, f é a frequência e c é a velocidade de propagação.

Atenuação

A equação de atenuação no espaço livre pode ser reescrita em dB como:

$$L_{dB} = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 = -20 \log(\lambda) + 20 \log(d) + 21.98 \text{ dB}$$

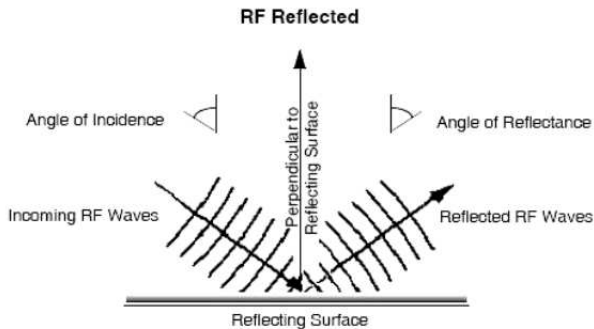
Os ganhos das antenas de transmissão e recepção devem ser subtraídos da atenuação total:

$$L_{dB} = -20 \log(\lambda) + 20 \log(d) + 21.98 - G_t - G_r \text{ dB}$$

onde: G_t e G_r são os ganhos da antena de transmissão e recepção.
A distância é dada em metros e a frequência em hertz.

Reflexão

As ondas eletromagneticas são refletidas por qualquer superfície condutora (ex: objetos metálicos como cobre e alumínio.). A reflexão tb é produzida por outras superfícies como a terra e a superfície da água.



Reflexão

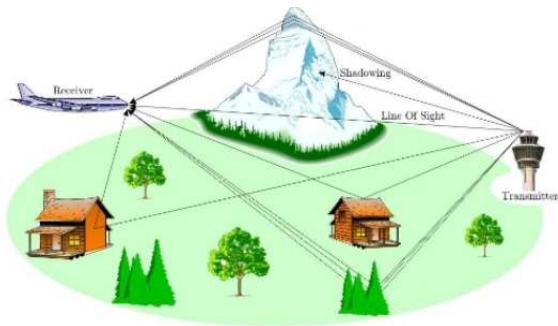
Não existem condutores perfeitos, a reflexão nunca é completa. Condutores menos eficientes absorvem um pouco da energia das ondas e em alguns casos, a onda penetra na superfície refletora.

A superfície terrestre reflete ondas de todas as frequências. As baixas frequências possuem grande penetração e as ondas são muito menos refletidas.

Árvores, edifícios, montanhas e outros objetos podem causar reflexões de ondas de rádio.

Reflexão

Quando uma onda direta e uma onda refletida chegam ao mesmo tempo a um receptor, o sinal total é a soma vetorial das duas ondas.



Reflexão

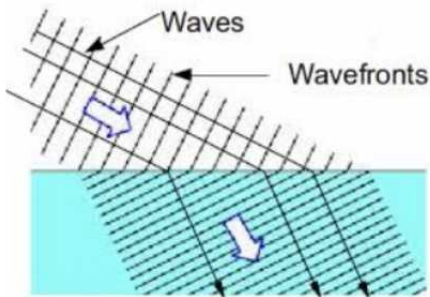
Se os sinais estão em fase, uma onda reforça a outra, produzindo um sinal mais forte. Mas, se há diferença de fase, os sinais tendem a cancelar-se mutuamente, sendo o cancelamento completo quando a diferença de fase é de 180° e os dois sinais têm a mesma amplitude. Essa interação tem o nome de interferência de ondas.

Nas comunicações é comum usar antenas direcionais que minimizam os efeitos da reflexão.

Refração

Refração

É a mudança na velocidade de uma onda ao atravessar a fronteira entre dois meios. A refração modifica a velocidade de propagação e o comprimento de onda, mantendo uma proporção direta. A constante de proporcionalidade é a frequência, que não se altera.



Refração

A variação da velocidade da luz ao entrar ou sair de outro meio faz as ondas desviarem a trajetória. Por exemplo, quando a luz passa através de outro meio, como água ou vidro, ela fica mais lenta.

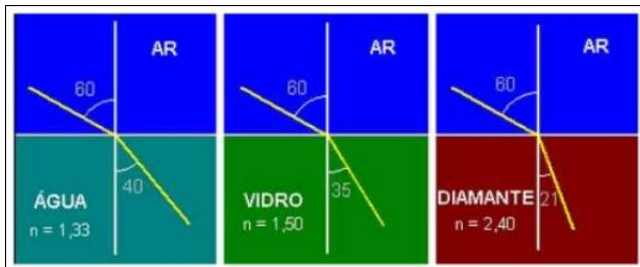
O grau de desvio depende do índice de refração de um meio (n), obtido dividindo a velocidade da luz no vácuo (c) e pela velocidade da luz no meio (v) que faz a onda sofrer um desvio.

$$n = \frac{c}{v}$$

Refração

O índice de refração n indica quantas vezes a velocidade da luz c é maior do que a velocidade v da mesma luz, no meio considerado.

$$n = \frac{c}{v}$$

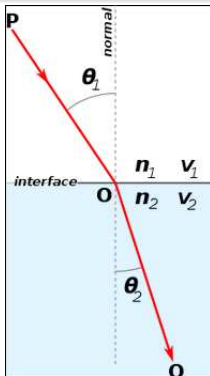


Refração

Lei de Snell

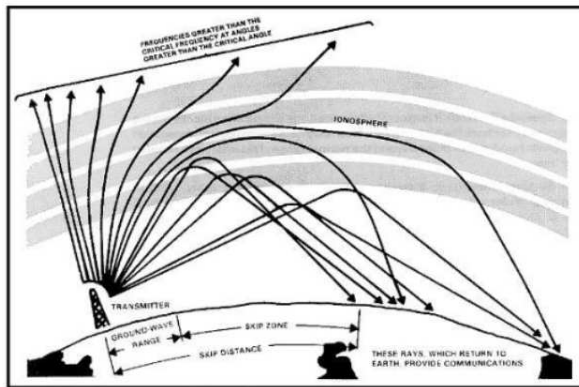
O produto do índice de refração do meio, no qual se encontra o raio, pelo seno do ângulo que esse raio forma com a reta normal à interface no ponto de incidência, é constante.

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

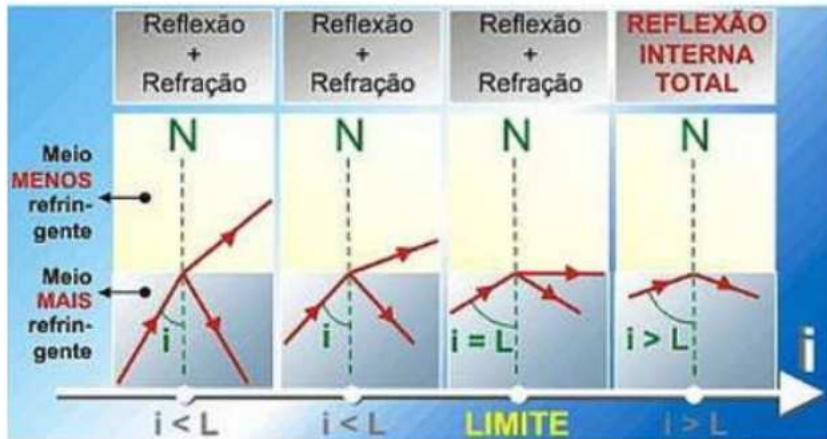


Refração

Na refração ionosférica, as diversas camadas da ionosfera desviam pouco a trajetória das ondas eletromagnéticas, que retornam à superfície terrestre.



Refração



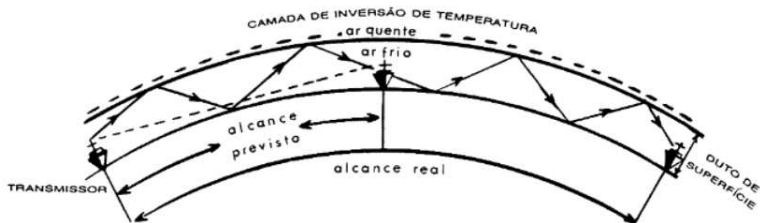
Experimento:

<http://interactagram.com/physics/optics/refraction/>

Refração

Obs.

Sob condições atmosféricas bastante especiais e pouco frequentes, poderá ocorrer o fenômeno conhecido como “duto de superfície”, fazendo com que a onda terrestre atinja distâncias muito além de seus limites normais de recepção. Nessa condição temos uma camada de ar quente acima de uma camada de ar frio sobre a superfície da Terra.



Difração

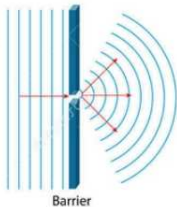
Difração

É a mudança da direção da onda quando a mesma passa junto a um obstáculo, ou seja, quando uma onda se propaga em direção uma barreira contendo aberturas, de tamanhos variáveis ou não, sofre uma perturbação quando passa através dela, no qual a onda tende a contornar obstáculos à sua frente.

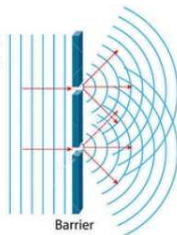
A quantidade de difração é inversamente proporcional à frequência, sendo maior nas frequências muito baixas.

Difração

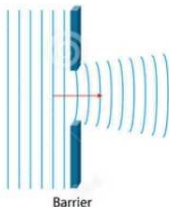
Wave impinges on a narrow slit



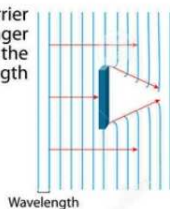
Wave interference



Wave impinges on a broad slit



Barrier is longer than the wavelength

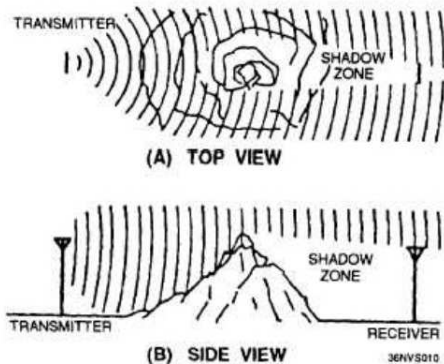


Difração

Por trás do obstáculo se formará uma zona de interferência (onde as ondas se sobrepõem, podendo tanto se reforçarem como se cancelarem), enquanto que a parte desobstruída do bordo anterior da onda prossegue em sua direção original.

Seu efeito prático é uma diminuição na potência do sinal na área de sombra, e um padrão perturbado numa curta distância fora dessa área sombreada. Na zona de sombra o sinal de rádio somente será recebido de forma fraca.

Difração



Ambientes para Wi-Fi

Para ambientes internos, é muito raro recebermos sinais diretamente. Na maior parte das vezes, não existe linha de visada entre a antena do ponto de acesso e a antena do adaptador de rede sem fio. O sinal é recebido muitas vezes por reflexão e refração.

Conceito de Site Survey

Conhecer o ambiente é um dos pontos-chave para o sucesso da implantação de uma rede sem fio. O objetivo é procurar entender como será a cobertura do local e também encontrar locais onde existem interferências, como equipamentos que emitem ondas na faixa a ser usada, por exemplo, fornos de microondas que emitem na faixa de 2.4 GHz, bem como telefones sem fio e equipamentos Bluetooth e outras redes sem fio.

Procedimento inicial básico:

- Planejamento da visita ao local solicitando a planta baixa;
- Checklist do material a ser levado: ponto de acesso, estação para medida, tripé, extensão, trena etc.;
- Entrevista com o cliente para avaliar os locais onde deve ser feita a cobertura, saber o propósito da rede sem fio que será instalada e o número de usuários em cada local;

Site Survey

- Avaliação do local para identificar onde podem ser instalados os pontos de acesso e verificar se existe rede disponível;
- Medição do ruído de fundo usando um analisador de espectro;
- Avaliação da presença de redes, usando um *software* como o NetStumbler ou Kismet, em um laptop contendo placa de rede sem fio, e ver os canais utilizados.

Site Survey

Daí sairá um planejamento inicial a partir do qual serão instalados os APs, as necessidades de extensão da rede cabeada, os pontos onde há interferência, subsídios para um posterior planejamento dos canais a serem usados, entre outros.

Como muito do sinal em ambientes internos é recebido por reflexão, é difícil calcular a priori qual será a real potência do sinal recebido apenas usando as plantas. Por isso, fazem testes iniciais, instalando os pontos de acesso nas posições previstas e medindo a potência nos pontos de interesse.