

Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Aula 10
Efeitos na Propagação das Ondas Eletromagnéticas

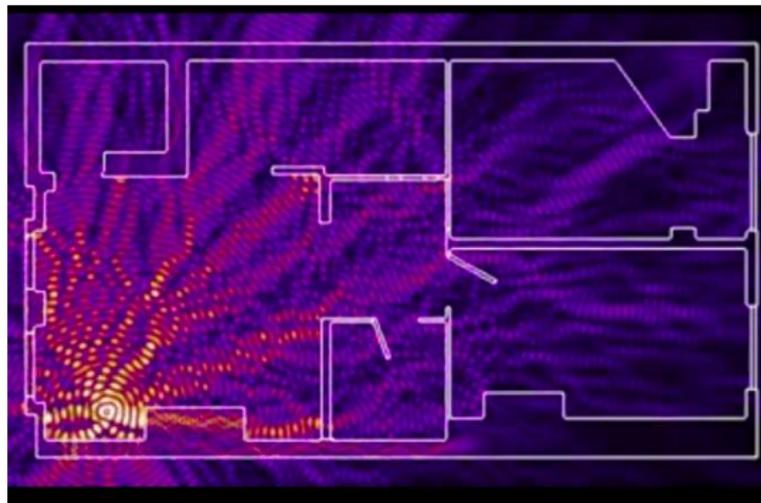
“A questão mais aflitiva para o espírito no Além é a consciência do tempo perdido.” (Chico Xavier)

O que Aprenderemos?

- Conhecer as principais efeitos que podem ocorrer nas ondas eletromagnéticas durante a sua propagação.
- Aprender o efeitos da atenuação, reflexão, refração e difração e interferência das ondas eletromagnética;
- Discutir como estes efeitos influenciam na qualidade do sinal nas redes Wi-Fi.

São efeitos de propagação nas ondas eletromagnéticas:

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



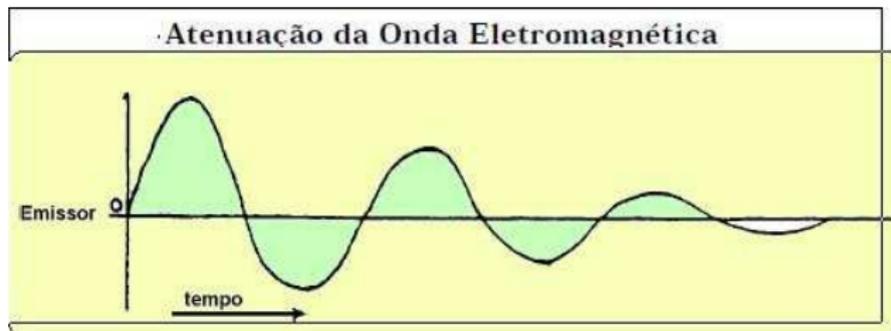
Wifi Solver (Android)

Efeitos de Propagação

Quando uma onda eletromagnética encontra um obstáculo (superfície de densidade diferente), uma parte da energia é **refletida**, outra parte da energia é **absorvida** pela superfície e uma terceira porção pode penetrar, **refratar-se** e se propagar no segundo meio. Outro fenômeno é quando a mudança na direção da onda quando a mesma passa junto a um obstáculo, chamada de **difração**. E por último temos quando duas ondas eletromagnéticas se juntam causando **interferência**.

Atenuação

A propagação de ondas através de qualquer meio, diferente do vácuo, é sempre acompanhada de perdas causadas pela absorção de potência pelas partículas do meio. A atenuação corresponde a esta absorção (diminuição) da energia em função do meio de propagação. Como consequência da atenuação, a intensidade desse sinal eletromagnético cai.



Atenuação

O quanto de energia irá ser perdida depende da:

- Frequência, a absorção aumenta com o aumento da frequência;
- Tipo de superfície (material que a compõe): metais, água e moléculas de oxigênio absorvem bastante potência do sinal.

Curiosidade: uma maneira de saber o quanto um determinado material absorve de energia eletromagnéticas, basta coloca-lo dentro de um forno de microondas. Caso o material esquente, isto significa que ele absorveu energia eletromagnética.

Atenuação - Exemplos

Para transmissão em microondas, os dois principais materiais absorventes são:

- Metal: elétrons podem mover-se livremente em metais, sendo prontamente capazes de oscilar e absorver a energia de uma onda que passe por eles.
- Água: microondas fazem com que as moléculas de água agitem-se, tomando parte da energia da onda.

Atenuação em 2,4GHz

- Chuva torrencial: 0,05 dB/km
- Neblina: 0,02 dB/km

Atenuação em 5GHz

- Chuva torrencial: 0,5 dB/km
- Neblina: 0,07 dB/km

Atenuação

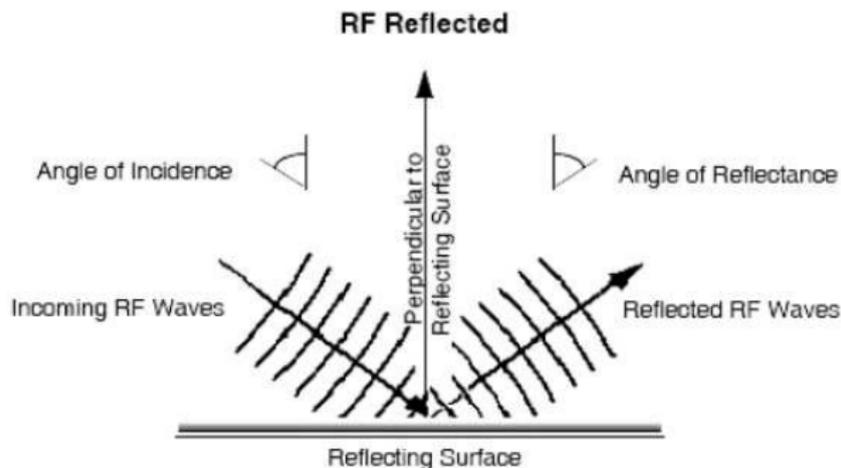
A atenuação atmosférica no espaço livre em dB é dado por:

$$L_p(dB) = 20 \log\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right)$$

onde: $L_p(dB)$ é a atenuação na propagação em espaço livre em decibel, r distância entre transmissor e receptor, λ é o comprimento de onda.

Reflexão

A reflexão das ondas eletromagnéticas segue os princípios da reflexão de onda de luz. Elas são refletidas por superfície condutora, a terra e a superfície da água. Árvores, edifícios, montanhas e outros objetos podem causar reflexões destas ondas.



Reflexão

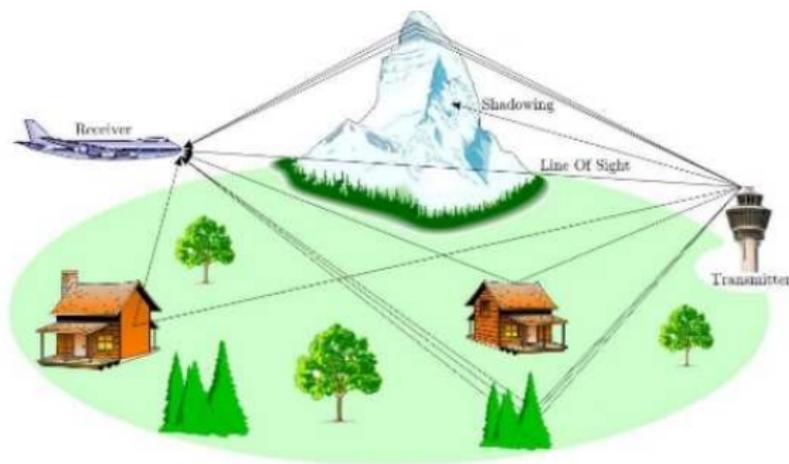
A reflexão depende da frequência:

- Nas baixas e médias frequências: as ondas são muito menos refletidas e as reflexões podem ser desprezadas;
- Nas altas frequências: a reflexão elas se tornam importantes, sendo o fenômeno, por vezes, aproveitado como base de sistemas eletrônicos, como o radar.

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

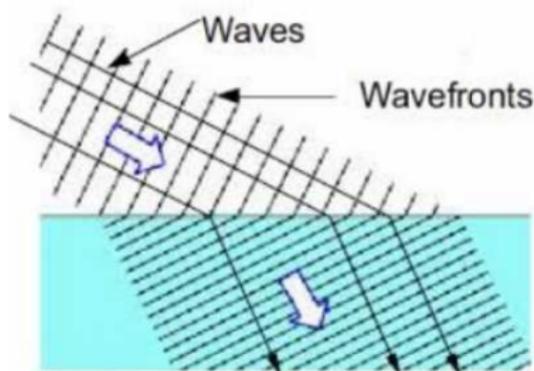
Quando o receptor recebe uma onda direta e ondas resultantes da sua reflexão, o sinal total é a soma vetorial das duas ondas.

- Se os sinais estão em fase, uma onda reforça a outra, produzindo um sinal mais forte.
- Se há diferença de fase, os sinais tendem a interferir e tendem a diminuir o nível do sinal (“fading” ou desvanecimento).



Refração

Refração é o desvio de uma onda eletromagnética sempre que uma frente de onda se propaga por um meio onde ocorre uma variação de densidade, haverá uma variação da velocidade fazendo as ondas desviarem sua trajetória. Por exemplo, quando a luz passa do ar para outro meio, como água ou vidro, ela fica mais lenta. A refração modifica a velocidade de propagação e o comprimento de onda, entretanto, a frequência não se altera.



As fibras ópticas tenta impedir a refração durante a transmissão da luz. Nas redes sem fio, a refração permite que os sinais atravessem obstáculos (por exemplo, paredes).



Experimento:

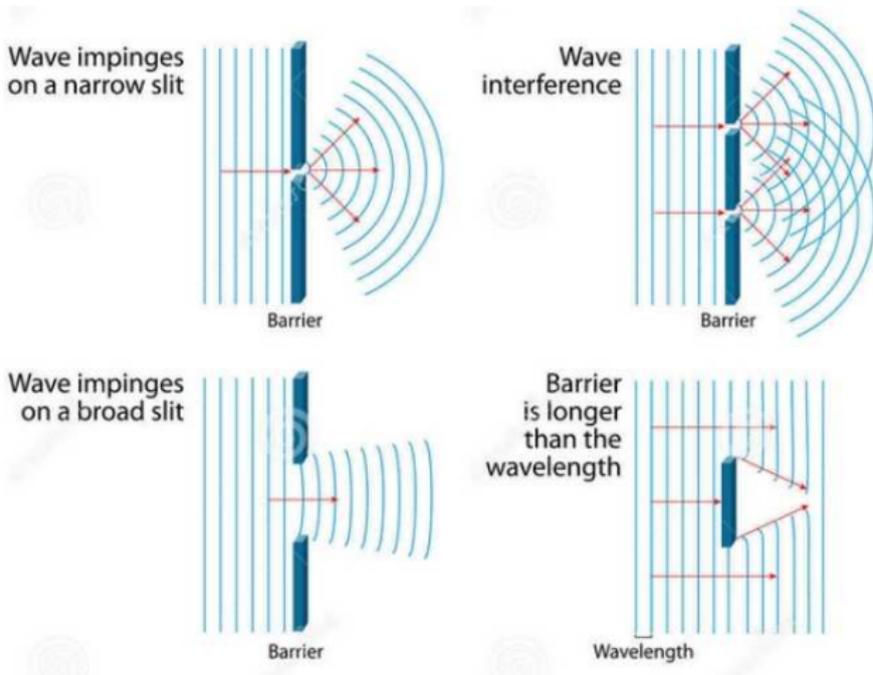
<http://interactagram.com/physics/optics/refraction/>

Difração

A 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, a onda tende a contornar obstáculos à sua frente.

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

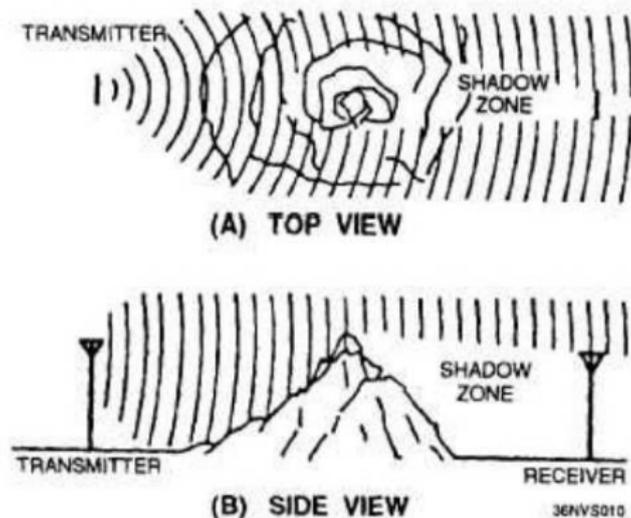
Difração



<https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>

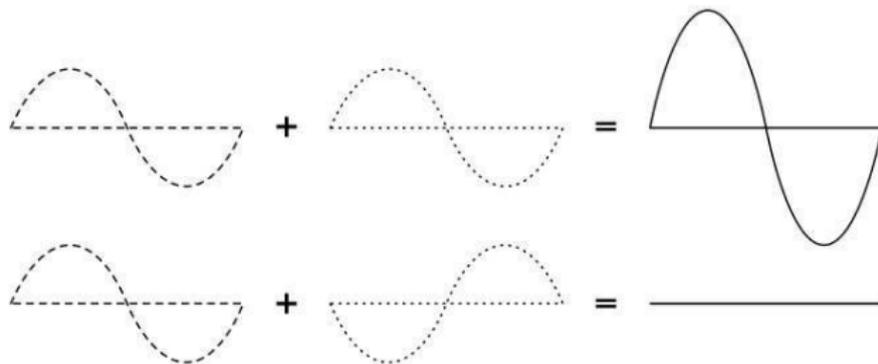
Difração

Este princípio explica o fato das ondas eletromagnética transporem colinas e contornarem construções para prover comunicação.



Interferência

Interferência é quando duas ou mais ondas se juntam. Se elas estão em fase, os picos acontecem simultaneamente, ocorre uma interferência construtiva e as ondas são somadas. Quando as ondas estão em fases opostas (os picos se encontram com os vales) temos a interferência destrutiva.



Resumo

- Quanto maior o comprimento de onda (menor frequência), maior é o alcance;
- Quanto maior o comprimento de onda (menor frequência), maior a facilidade com que ela atravessa e contorna as coisas;
- Quanto menor o comprimento de onda (maior frequência), mais dados ela pode transportar.

Ambientes para Wi-Fi

Para ambientes internos, é muito raro recebermos sinais diretamente e com a mesma potência de transmissão. Na maior parte das vezes, não existe linha de visada entre a antena do ponto de acesso e a antena da placa de rede sem fio. O sinal é recebido muitas vezes por reflexão e refração. Por isso, se faz necessário ter um cuidado na localização da antena de transmissão.

Em ambientes internos, é muito comum interferências. Desta forma, se faz necessário realizar um estudo para determinar canais de frequência que não estejam sendo usados visando minimizar a interferência.

Dúvidas

