MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CAMPUS SÃO JOSÉ – SANTA CATARINA

RDT – Radiotransmissão

Prof. Ramon Mayor Martins, MSc.

ramon.mayor@ifsc.edu.br

PARTE 3: Antenas
Disponível em: http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Radiotransmissão_(2015-1)
Versão 2015

RDT – Radiotransmissão

II.1- Ementa Expandida:

- Introdução
- Ondas Eletromagneticas
  - Fundamentos das Ondas Eletromagnéticas
  - Geração, Transmissão e Recepção de Ondas Eletromagnéticas
  - Espectro Eletromagnético

- Radiopropagação
  - Propagação
  - Radiocomunicações
    - Comunicações LF
    - Comunicações MF (OM)
    - Comunicações HF
    - Comunicações VHF UHF
    - Comunicações SHF EHF (Satélite / Micro-ondas)

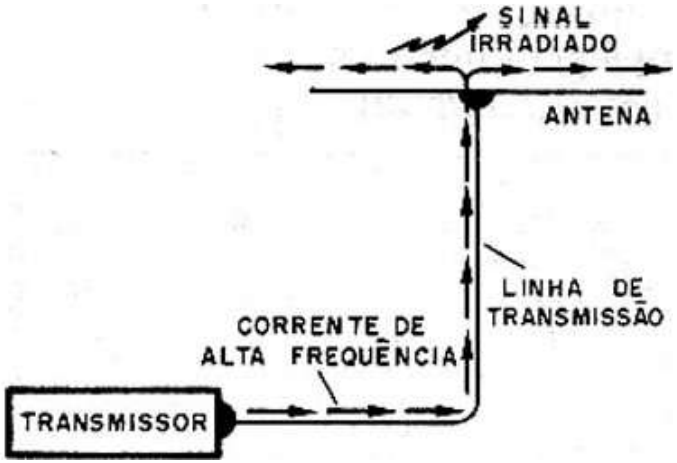
- Antenas
- Projetos de Enlaces
- Tópicos Extras

4- Antenas

4 – Antenas

>>Linhas de transmissão

- A linha d transmissão guia a energia ate a carga, esta pode ser uma antena ou resistência pura
- Uma linha d transmissão possui dois condutores separados por um dielétrico (embora haja estruturas com mais elementos)
- -os condutores devem ter grande condutividade , para não introduzirem perdas significativas.
- -os mais utilizados são cobre, alumínio, latão, com condutividades d dezenas d megassiemens por metro.
- No caso do uso em radiofrequência, a linha d transmissão pode servir em dois sentidos, tanto para guiar a energia eletromagnética q vai ser emitida pela antena em forma d sinais eletromagnéticos, quanto para guiar a energia absorvida pela antena.



4 – Antenas

>>Introdução às Antenas

- -dispositivo q transforma energia eletromagnética guiada pela linha d transmissão em energia eletromagnética irradiada, ou ao contrario.

- -segundo IEEE, é um meio para irradiar ou receber ondas de rádio

- -existe uma proporção entre o comprimento da onda eletromagnéticas e o tamanho da antena

- Em função da variação de tensão, os elétrons existentes na antena (1) passam a vibrar com a mesma frequência do gerador, formando uma corrente elétrica alternada.

- Por sua vez, a corrente elétrica gera um campo magnético variável ao redor da antena o qual, produz um campo elétrico que induz outro campo magnético e, assim, sucessivamente. Ocorre, portanto, a formação de um distúrbio eletromagnético.

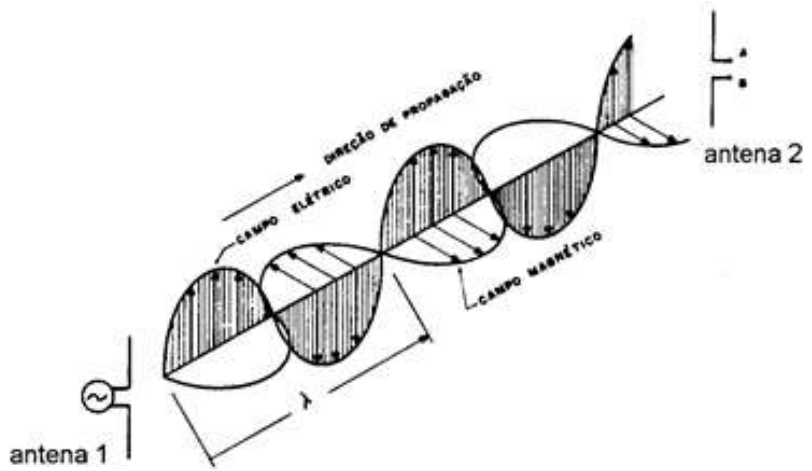


Fig.4: Princípio de transmissão e recepção de sinais através de antenas.

4 – Antenas

>>Regiões da Antena

As regiões de campo são subdivididas em três: região de campo próximo reativo, região de campo próximo radiante (ou região de Fresnel) e região de campo distante (ou região de Fraunhofer).

- Região de campo próximo reativo:

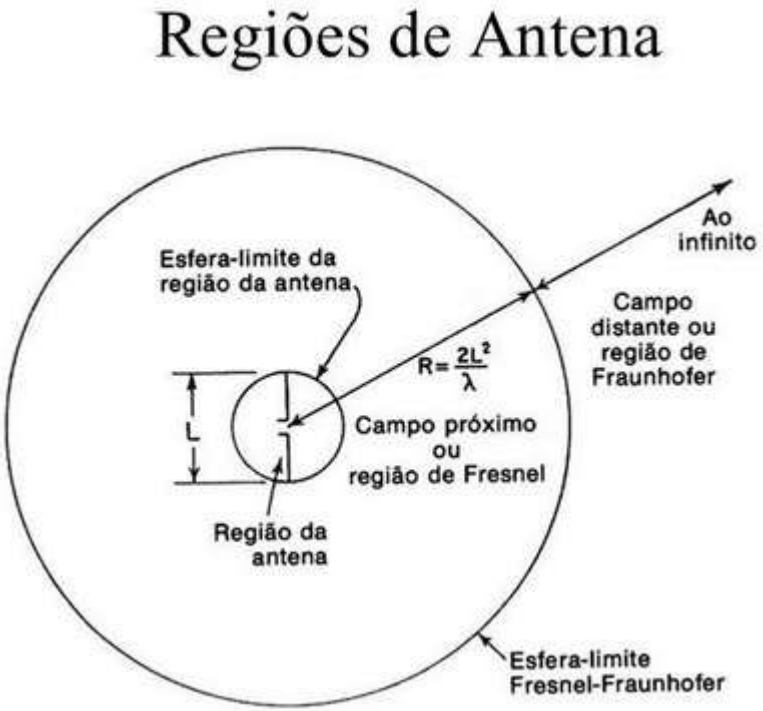
Nesta região os campos elétrico e magnético da onda irradiada não são ortogonais e por isso não é possível verificar as propriedades de radiação da antena.

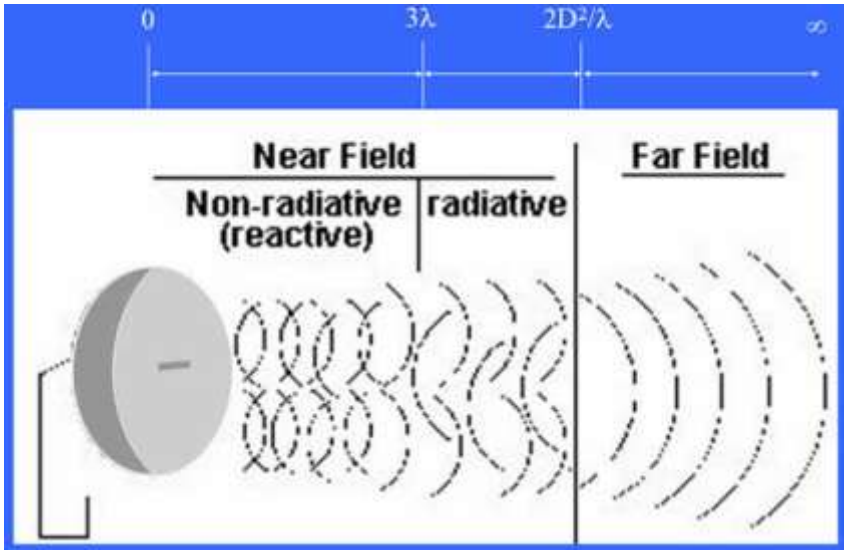
- Região de campo próximo radiante (região de Fresnel):

Os campos magnético e elétrico da onda transmitida não são ortogonais, impossibilitando a verificação das propriedades de radiação da antena.

- Região de campo distante (região de Fraunhofer):

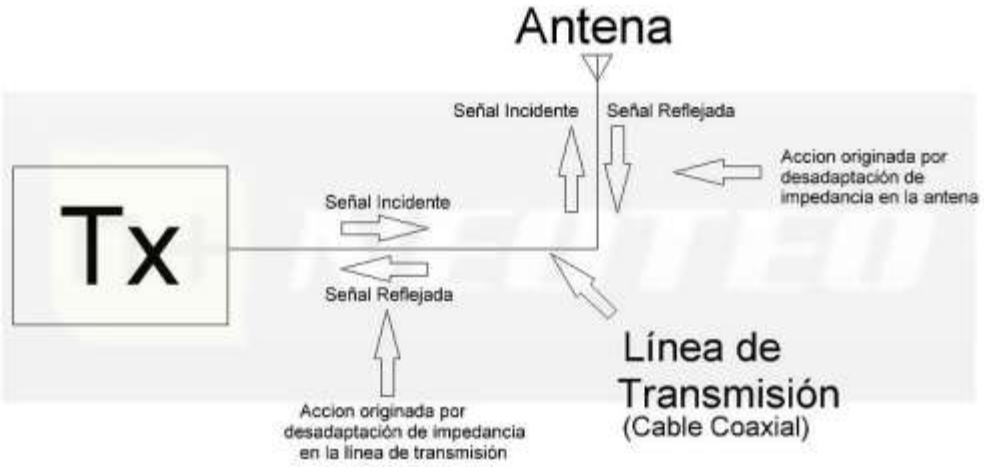
A região de campo distante é onde se determina as propriedades de radiação da antena.
Nesta região, campo elétrico e magnético, são ortogonais.





4 – Antenas

>>>Ondas Estacionárias



- São ondas resultantes da superposição de duas ondas de mesma frequência, mesma amplitude, mesmo comprimento d onda, mesma direção e sentidos opostos.

- Ondas estacionárias são as ondas refletidas pela antena, ou seja, aquelas que quando se transmite vão até a antena e retornam para o rádio, em outras palavras, potência desperdiçada.

- Se o ROE estiver alto, poderá estar transmitindo com 25w mas a potência efetiva será de 10w, e estiver muito alto, pode inclusive queimar o rádio.

- Quanto menor a estacionária, melhor.

- Quando se conclui a instalação de uma antena, deve-se, com um medidor de ROE, verificar e fazer os ajustes necessários para deixá-lo no menor nível possível. Para cada freqüência existe um comprimento de cabo ideal para diminuir o ROE. O ajuste, normalmente, é feito diminuindo-se o comprimento do cabo.

- um ROE (SWR) de valor 1.2:1 demonstra que uma máxima amplitude da onda estacionária é 1,2 vezes maior que o valor do mínimo da onda estacionária.

4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

-Impedância
-Diagrama de Irradiação
-Diretividade
-Ganho
-Polarização
-Eficiência
-Largura de Banda
-Relação Frente-Costas

4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>Casamento de Impedancia

- O objetivo do casamento d impedâncias é q tenhamos maximizado o aproveitamento de potencia no sistema, além disso impede q ocorram reflexões de energia para a fonte e q tenhamos níveis d tensão elevados ao longo da linha (devido a onda estacionaria)

- A impedância de uma antena depende das características construtivas da antena e da forma de alimentação.

- descasamento de impedância entre a antena e a linha de transmissão origina a taxa de onda estacionária - SWR.

- O casamento pode ser feito com elementos reativos concentrados e com linhas d transmissão

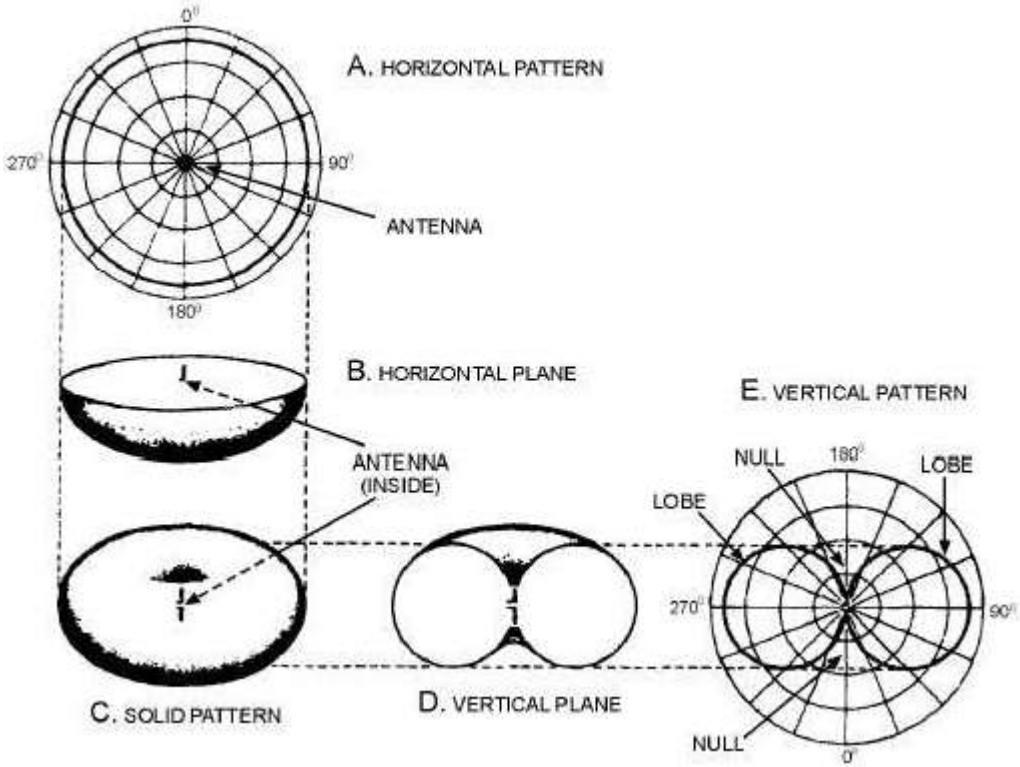
4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>Diagrama de Irradiação

Os diagramas de irradiação são gráficos onde são marcados pontos correspondentes as intensidades de irradiação nas diferentes direções de propagação.

são levantados dois diagramas de irradiação: um no plano horizontal e outro no plano vertical.

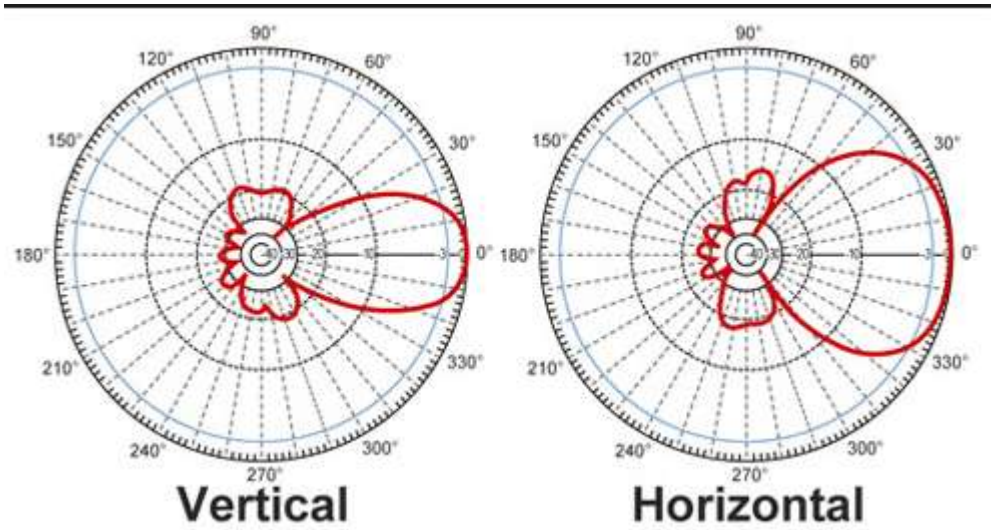


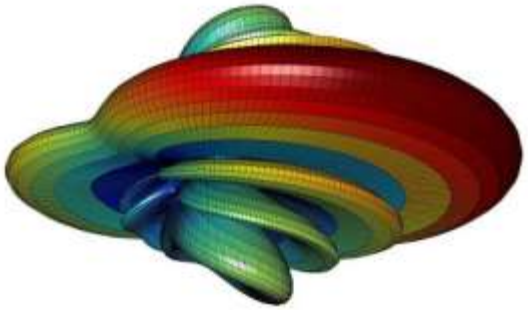
4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>Diagrama de Irradiação

O lóbulo principal define os ângulos de ½ potência e o máximo ganho.





4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>Diagrama de Irradiação

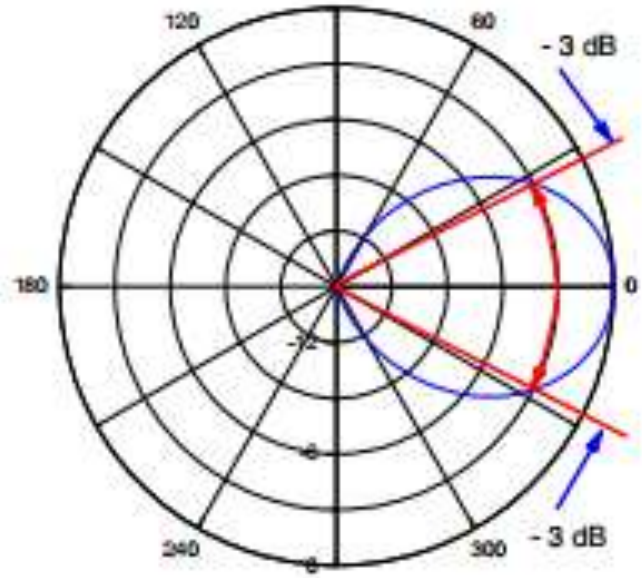
Ângulo de Meia Potência

Os ângulos de meia potência são definidos pelos pontos no diagrama onde a potência irradiada equivale à metade da irradiada na direção principal.

Estes ângulos definem a abertura da antena no plano horizontal e no plano vertical.

-3 dB = 50% Potência

No exemplo ao lado temos: Ângulo de –3dB = 55°

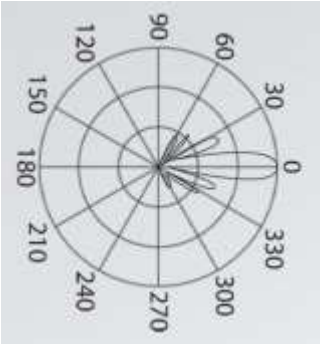


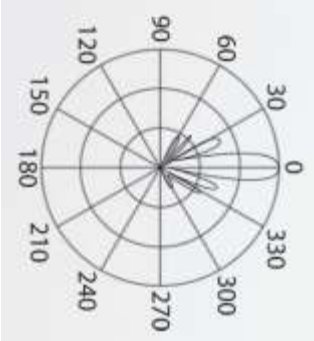
4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

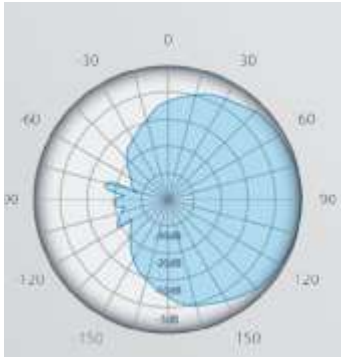
>>Diagrama de Irradiação

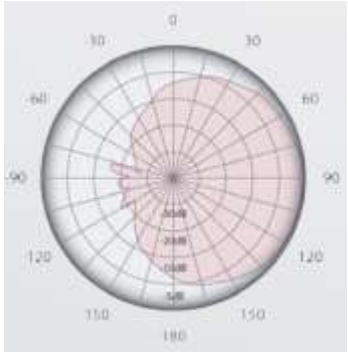
Abertura (Vertical / Horizontal)





Abertura horizontal	6°
Abertura vertical	7°





	90°
	90°

4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>Diretividade

Š É a relação entre o campo irradiado pela antena na direção de máxima irradiação e o campo que seria gerado por uma antena isotrópica que recebesse a mesma potência. Š

A diretividade de uma antena define sua capacidade de concentrar a energia irradiada numa determinada direção

$$D = 10 \log \left(\frac{P_{max}}{P_{iso}} \right)$$

$$D = 20 \log \left(\frac{E_{max}}{E_{iso}} \right)$$

P_{max} - máxima potência irradiada da antena de interesse.
P_{iso} - potência irradiada pela antena isotrópica numa direção qualquer.

E_{max} - máximo campo irradiado da antena de interesse.
E_{iso} - campo irradiado pela antena isotrópica numa direção

4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>Ganho

O ganho pode ser entendido como o resultado da diretividade menos as perdas. Matematicamente, é o resultado do produto da eficiência pela diretividade.

$$G = \eta . D$$

G = Ganho

D = Diretividade

η = Eficiência

A eficiência de uma antena, diz respeito ao seu projeto eletromagnético como um todo, ou seja, são todas perdas envolvidas (descasamento de impedância, perdas em dielétricos, lóbulos secundários...). Normalmente está na faixa de 90% a 95%.

O ganho indica a capacidade de uma antena em concentrar, na direção de interesse, a potência que seria irradiada em outras direções

Medido em dBi

4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>>Polarização

A polarização de uma antena indica como a onda eletromagnética, irradiada pela antena, se comporta no espaço.

A polarização é definida pela direção do campo elétrico correspondente ao máximo do diagrama de irradiação.

Na polarização vertical o campo elétrico está perpendicular a terra e na horizontal esta paralelo a terra.
Existem outros tipos de polarização como a circular e a elíptica, onde a direção do campo elétrico no espaço esta constantemente mudando de direção em relação ao solo, descrevendo uma circunferência ou uma elipse.

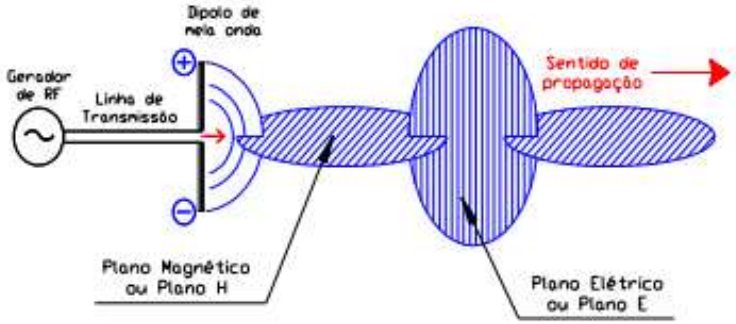
Numa ligação entre antenas é importante que as antenas Tx e Rx tenham polarizações compatíveis, evitando, assim, perdas por incompatibilidade de polarização.

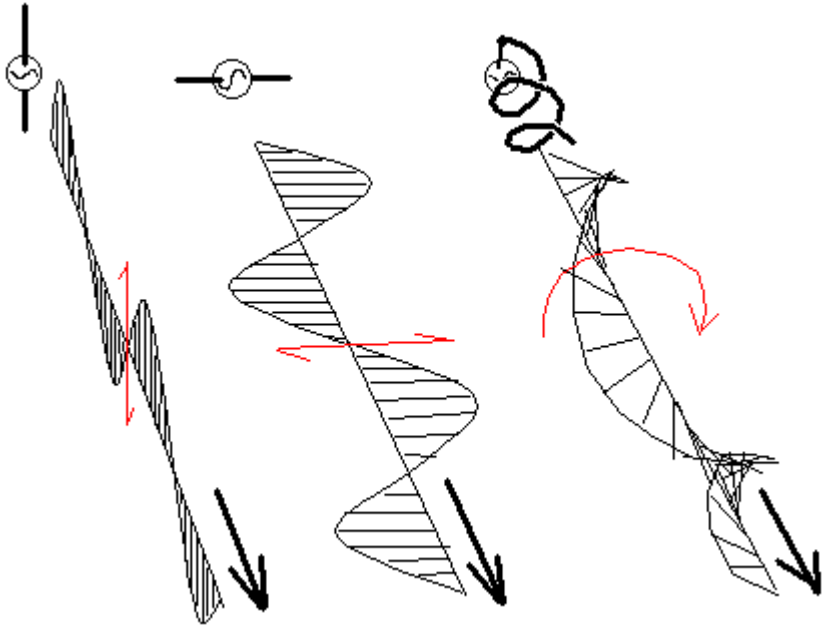
Polarizacao : em HF e VHF, SSB , se prefere polarização horizontal, em VHF - FM , polarização vertical

4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>>Polarização



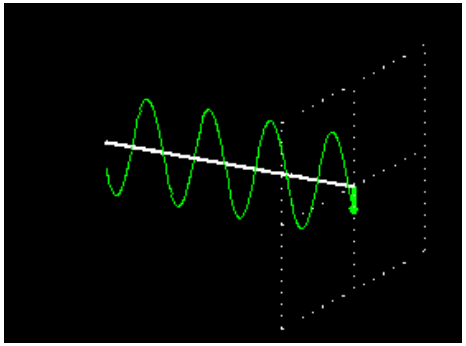


4 – Antenas

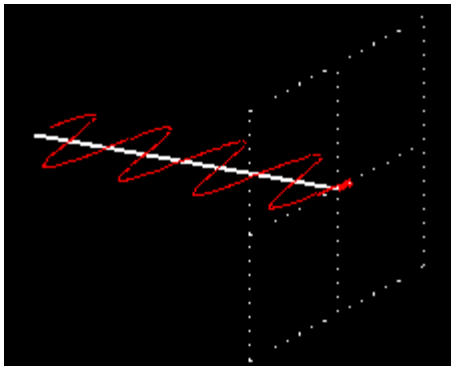
>>Parametros de antenas:

>>>Polarização

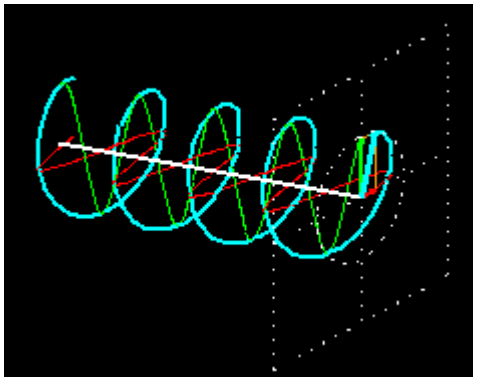
Polarização linear vertical: mostrando apenas o vetor do campo elétrico (o magnético está sempre presente e a 90 graus físicos):



Polarização linear horizontal: mostrando apenas o vetor do campo elétrico (o magnético está sempre presente e a 90 graus físicos):



Polarização Circular: o campo elétrico (e magnético) permanecem constantes em magnitude, mas giram ao redor da direção de propagação.

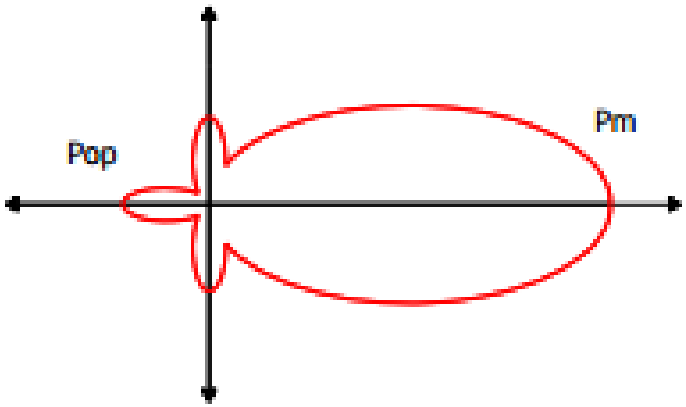


4 – Antenas

>>Parametros de antenas:

>>>Relação Frente Costas

Relação frente-costas (RFC) é a relação de ganho entre o lóbulo principal e posterior.



$$RFC = \frac{P_m}{P_{op}}$$

$$RFC(dB) = 10\log\frac{P_m}{P_{op}}$$

P_m: Energia Máxima na direção de propagação.

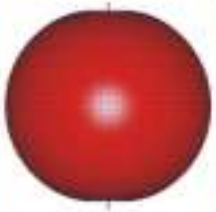
P_{op}: Energia irradiada para trás.

4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Antena isotrópica**

-é uma antena virtual, na pratica não existe
-As antenas isotrópicas têm por função um comparativo entre as antenas reais e as ideais.
-distribuição de potência é uniformemente distribuida
-a antena que mais se aproxima de uma isotrópica é a dipolo em polarização vertical
-O radiador isotrópico é um modelo idealizado, seu diagrama de irradiação é uma esfera com densidade de potência uniforme.

Tipo de Antena	Diagrama Tridimensional	Diagrama Vertical ou de Elevação	Diagrama Horizontal ou de Azimute
			
Irradiador Isotrópico	G = 0 dBi G = - 2,15 dBd	Plano Elétrico	Plano Magnético

4 – Antenas

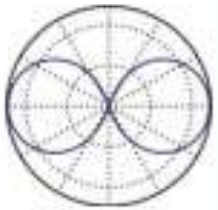
>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Dipolo**

consiste em dois contudores , contendo em seu comprimento total o tamanho desejado da onda q se deseja captar (como o dipolo d meia onda, q contem o mesmo tamanho da metade do comprimento da onda)

A polarização d uma antena dipolo é definida então pelo “campo elétrico”, ou seja, se o campo elétrico esta na horizontal , a polarização do dipolo é horizontal, se o campo elétrico esta na vertical, a polarização do dipolo eh vertical

Um dipolo de meia onda em espaço livre apresenta um ganho de 2.15 dBi, ou seja, possui uma capacidade de concentrar 2.15 dB a mais na sua direção de máxima irradiação quando comparado a antena isotrópica.

Tipo de Antena	Diagrama Tridimensional	Diagrama Vertical ou de Elevação	Diagrama Horizontal ou de Azimute
			
Dipolo de Meia Onda	G = 2,15 dBi G = 0 dBd	Plano Elétrico	Plano Magnético

dBi = dBd + 2,15

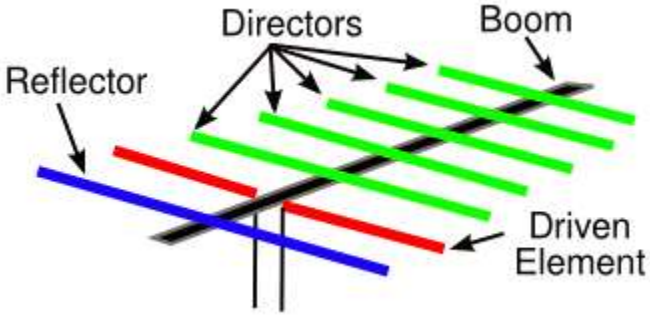
Ganho (dipolo λ/2) = 0 dBd
Ganho (dipolo λ/2) = 2.15 dBi

4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Dipolo**

4 – Antenas



>>Tipos Básicos de Antenas

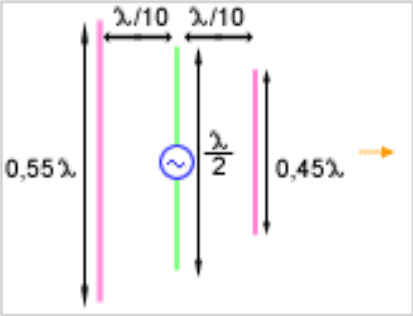
- **>>Direcional -** Yagi-Uda

Consiste d um dipolo e outros elementos chamados d parasíticos, q podem ser refletores ou diretores.

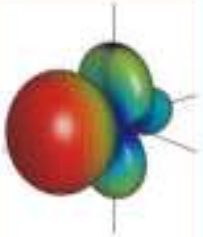
O elemento refletor: induz correntes no dipolo que se somam com o sinal primário, proporcionando um ganho. Colocado atrás do dipolo.

O elemento diretor: contribui para intensificar o sinal no elemento principal.

O elemento ativo: dipolo alimentado.



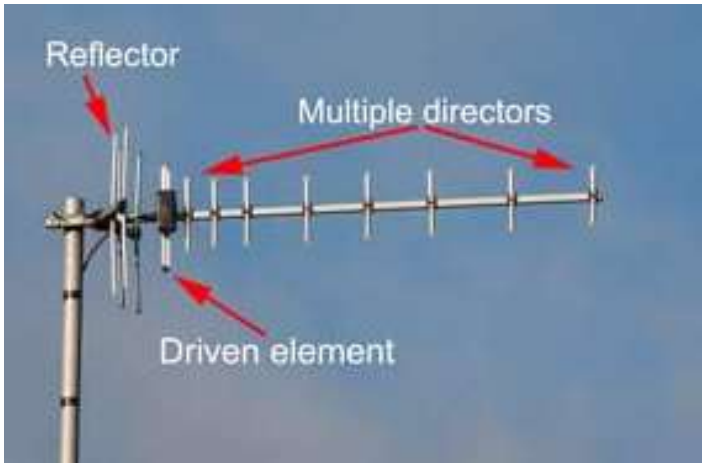
Antena Yagi-Uda. Da esquerda para direita: elemento refletor, elemento ativo, elemento diretor.

Tipo de Antena	Diagrama Tridimensional	Diagrama Vertical ou de Elevação	Diagrama Horizontal ou de Azimute
			
Yagi de 5 elementos	G = 8 dBi G = 5,85 dBd	Plano Magnético	Plano Elétrico

4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Direcional -** Yagi-Uda



4 – Antenas

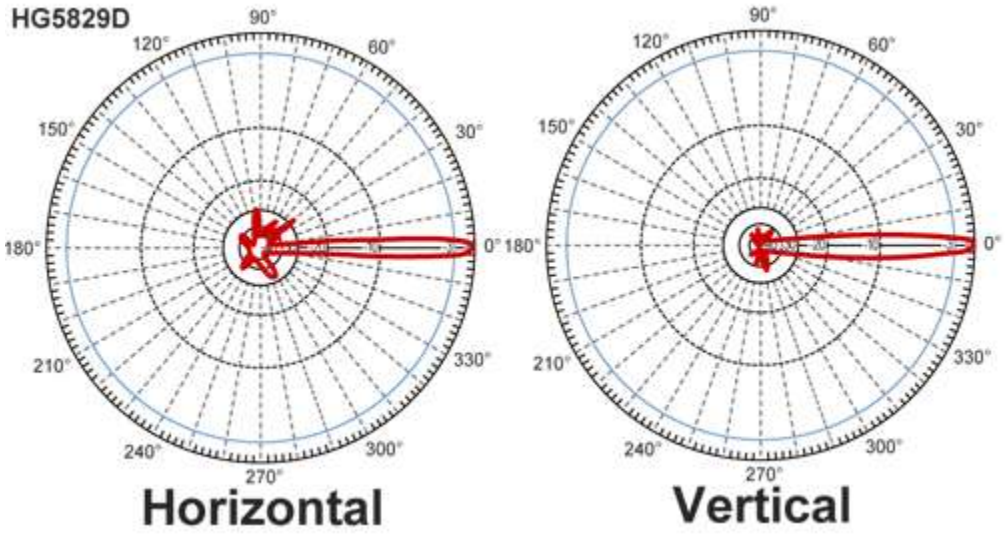
>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Direcional -** Parabólica

Por causa das propriedades quase opticas das microondas, as antenas transmissoras são projetadas para focalizar sua irradiação em feixes concentrados de energia.

Para que se consiga transferir o máximo possível de energia da estação TX e RX, usam-se refletores parabólicos.

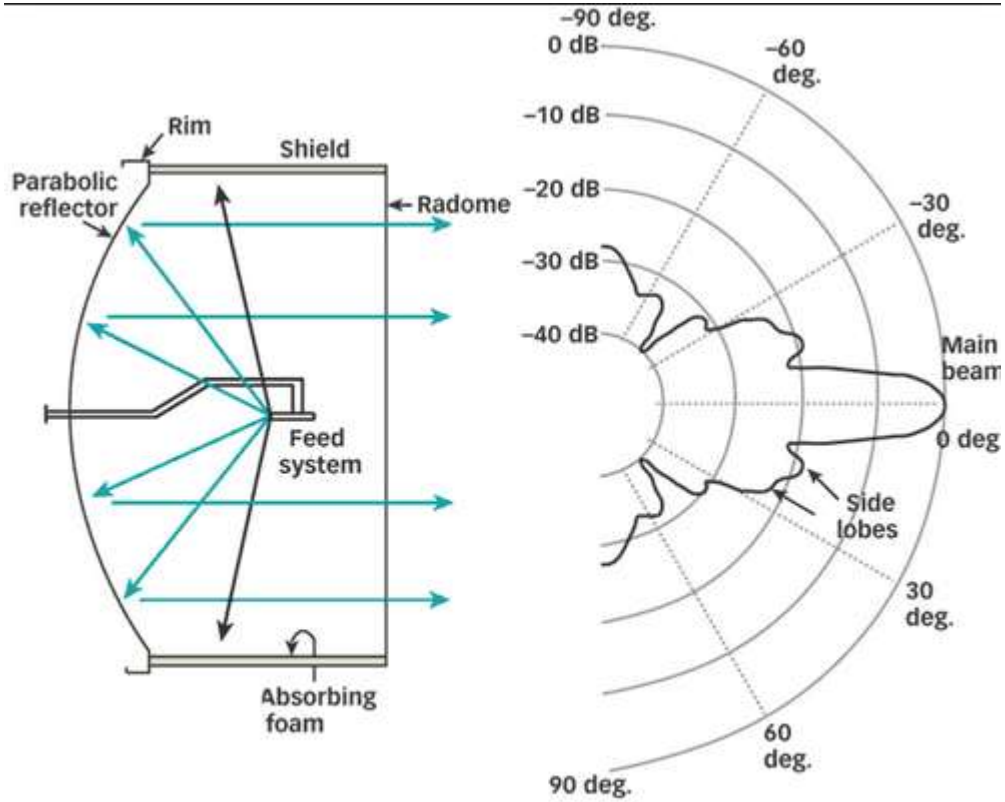
Estes refletores concentram a energia irradiada em um estreito feixe. A estrutura parabólica serve para concentrar em um único ponto, chamado foco.



4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Direcional –** Parabólica – Micro-ondas



1. A typical microwave antenna system with parabolic reflector, shield, and radome will yield a strong main signal and lower-level side-lobe signals.

4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

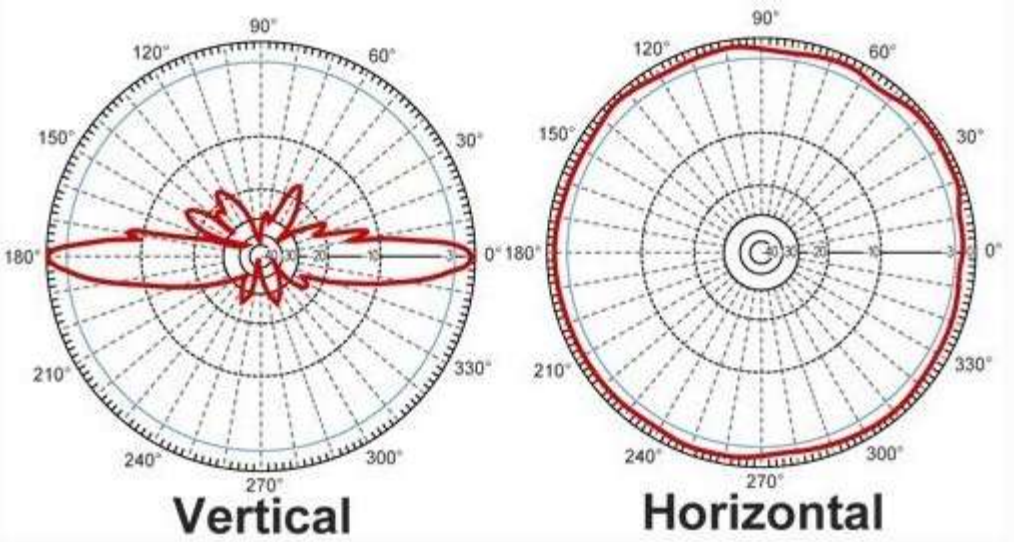
- **>>Direcional -** Helicoidal

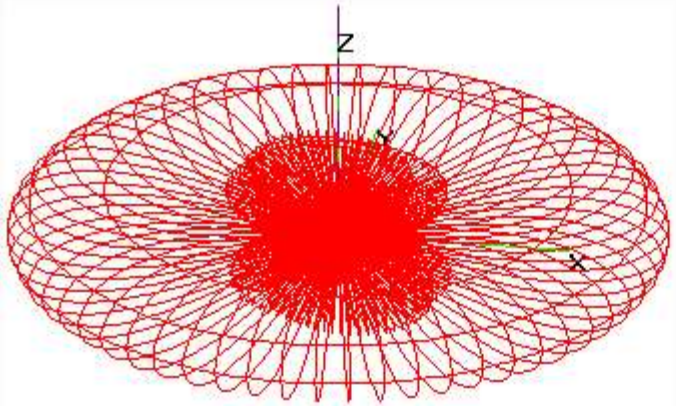
Antenas de alto ganho,

4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

- **>>Antenas Omnidirecionais**

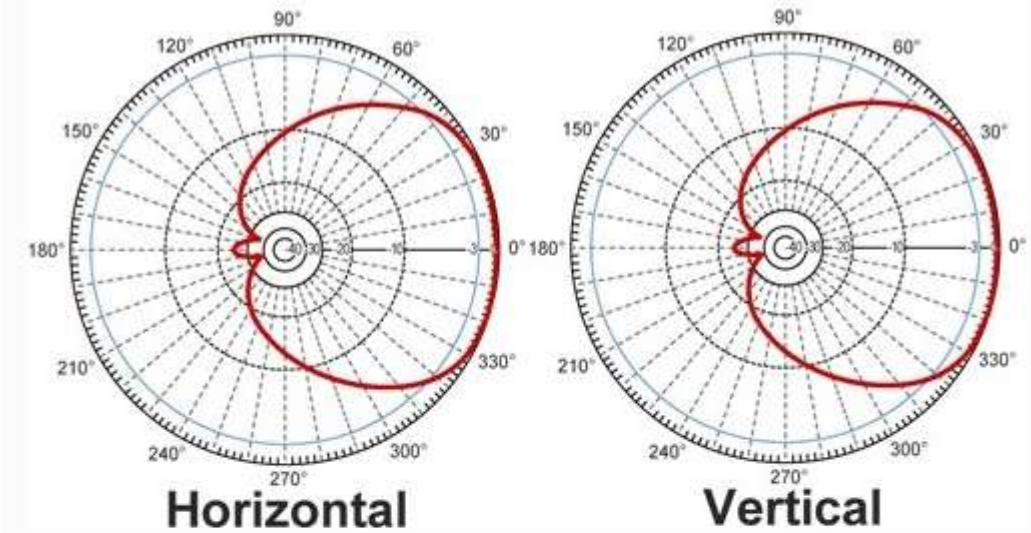


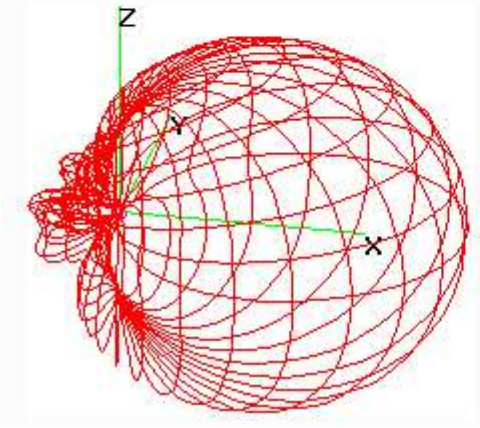


4 – Antenas

>>Tipos Básicos de Antenas

>>Antenas Setoriais





4 – Antenas

>>Equação de Friis

Utilizada para determinar a potência recebida por uma rádio em um determinado enlace ponto a ponto.

$$W_{R(dBm)} = W_{T(dBm)} + G_{T(dBi)} + G_{R(dBi)} - 20\log r_{(Km)} - 20\log f_{(Mhz)} - 32{,}44$$

Onde:

G_T(dBi) = 10log(G_T)

G_R(dBi) = 10log(G_R)

W_T(dBm) = 10log(W_T em Watts/ 10-3) = W_T(dB) + 30

W_R(dBm) = 10log(W_R em Watts/10-3) = W_R(dB) + 30

4 – Antenas

EIRP

Antena em dBi (ganho)
Rádio em dBm (potência)

dBi – mensura o ganho de uma antena em relação a uma antena perfeita isotrópica

EIRP – relaciona o ganho da antena a potência do rádio.

ganho (dBi) + potência (dBm).