

Antenas Parabólicas

Possuem uma alta diretividade o que nos leva a perceber que possui um alto ganho. Uma antena receptora de satélites de 3 metros de diâmetro, por exemplo, tem um ganho de 33dB, ou seja, ela “amplifica” (o mais correto seria falar concentra) o sinal de chegada por volta de 2000 vezes.

Lembrando sempre que o ganho da antena parabólica é devido a sua capacidade de concentração, em um único ponto, do sinal recebido. Ela pode ser feita de diferentes materiais, por exemplo:

- Tela de alumínio;
- Fibra de vidro;
- Alumínio.

A diferença do material empregado em sua construção influenciará em seu ganho, a saber:

- a- Uma antena de alumínio tem um ganho maior que uma de fibra de vidro que têm o ganho maior que uma de tela;
- b- O preço das antenas, geralmente, varia nesta mesma proporção;
- c- O diâmetro da antena também influi no ganho da mesma. Quanto maior o diâmetro da antena maior será o ganho e melhor a qualidade da recepção.

Recepção de satélites

Podemos dividir uma antena parabólica para recepção de satélites em diversas partes:

- Refletor;
- Iluminador;
- Corneta corrugada ou *feedhorn*;
- Polorotor (apenas usado com LNB para mudar a polarização);
- Elemento amplificador (LNA, LNB, LNC, LNBF).

O refletor direciona todo o sinal recebido para um único ponto, o foco.

O iluminador segura a corneta corrugada.

A corneta possui dentro o dipolo que receberá os sinais de RF.

O polorotor colocará o dipolo na polarização vertical ou horizontal.

O elemento amplificador amplificará os sinais recebidos (o LNB, o LNBF e o LNC também convertem o sinal recebido para uma frequência mais baixa).

Características básicas do elemento amplificador

As duas características mais importantes são o Ganho e Temperatura de ruído.

Por ganho entendemos a capacidade de amplificação do mesmo (valores em dB). Um LNB com 10dB de ganho multiplicaria por 10 o sinal recebido.

A temperatura de ruído que é dada em graus Kelvin, é uma grandeza que define a quantidade de ruído térmico que é gerada pelo elemento amplificador. Quanto menor a temperatura de ruído melhor o elemento amplificador porque caso o ruído que ele crie seja maior que o sinal, recebido e amplificado, ele encobrirá o sinal e teremos uma recepção péssima. Exemplo de um bom elemento amplificador (um LNB):

- Ganho = 65 dB;

- Temperatura de ruído = 15 graus Kelvin.

Tipos de elementos amplificadores

- LNA (*Low Noise Amplifier* - Amplificador de Baixo Ruído): -Recebe o sinal recebido, na faixa de 3,7 a 4,2 GHz (para banda C) e apenas o amplifica. O primeiro a ser usado. Hoje em dia praticamente fora de uso para recepção doméstica.

- LNB (*Low Noise Blockconverter* - Conversor de Baixo Ruído): -Amplifica o sinal recebido na faixa de 3,7 a 4,2 GHz e o converte para a faixa de 950 a 1450 Mhz. Atualmente é o mais utilizado.

- LNBF tipo de LNB (amplificador conversor de baixo ruído) que é capaz de selecionar a polarização dos canais recebidos através de uma variação na sua tensão de alimentação, desta forma não é mais preciso o uso de um pólo-rotor (que causava muitos problemas). Com 14 volts de alimentação sintonizaremos os canais de polarização vertical e com 18 volts sintonizaremos os canais de polarização horizontal. Existem LNBF mono-ponto e multiponto. Os mono-ponto funcionam como indicado acima e só podem estar ligados com um receptor. Os multipontos podem estar ligados com mais de um receptor, para isto é necessário que o sinal que vai para os receptores sejam divididos por um divisor que cubra a faixa de freqüências entre 950 a 2050Mhz. A entrada do receptor também deve ser capaz de receber toda esta faixa de freqüências. Em um LNBF multiponto os canais de uma polarização são deslocados, através de um batimento com um oscilador local, para uma faixa mais alta. Sendo assim de 950 MHz a 1450 MHz o receptor receberá os canais de uma polarização e de 1550 a 2050 MHz ele receberá os canais de outra polarização. Como teremos todos os canais, simultaneamente no cabo, podemos ligar mais de um receptor. Este processo substitui, com eficiência, as chaves coaxiais que são muito utilizadas em banda C que ainda trabalham com LNBs. Quando desejávamos ligar uma mesma antena com dois receptores e assistir em qualquer um deles canais de qualquer polarização, precisávamos de dois LNBs e uma chave coaxial, além de uma corneta corrugada que permiti-se a instalação dos dois LNBs. Os LNBF's estão se tornando muito comum.

- LNC (*Low Noise Block Downconverter* - Conversor “abaixador” de Baixo Ruído): Amplifica o sinal recebido e o converte para a freqüência de 70Mhz. É mais utilizado para a recepção de dados via satélite. Mas hoje em dia o seu uso não é mais comum.

É importante ressaltar que quanto menor a freqüência no cabo que liga a antena ao receptor menor será a perda e conseqüentemente teremos um sinal maior na entrada do receptor e uma imagem melhor na TV.

A título de informação vamos demonstrar montagens com todos eles.

Esquema de um sistema de recepção com LNA.

A figura 1 mostra um Esquema de um Sistema de recepção com LNA.

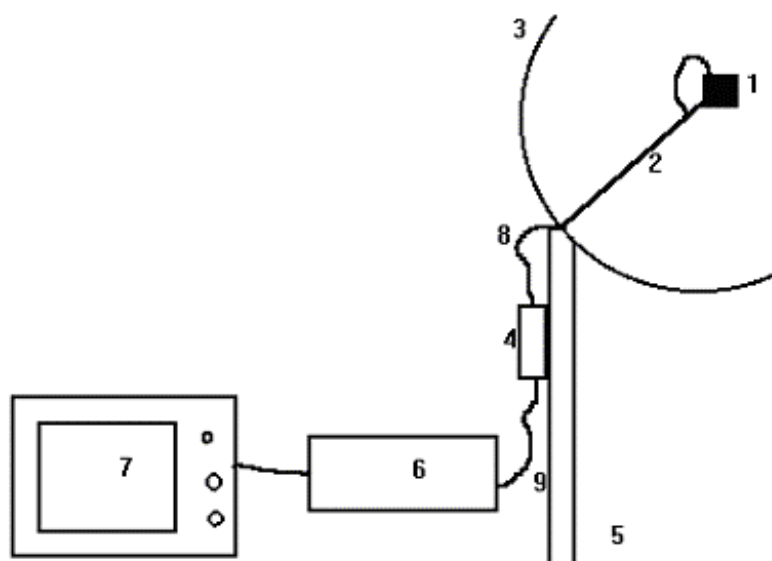


Figura 1 - Esquema de Recepção utilizando Downconverter.

- 1 - Elemento amplificador+*feedhorn*.
- 2 - Iluminador.
- 3 - Refletor.
- 4 - *Downconverter* (ver texto).
- 5 - Suporte para a antena.
- 6 - Receptor.
- 7 - TV.
- 8 - Cabos de ligação.
- 9 - Cabos de ligação.

O LNA amplificará o sinal e o entregará *ao downconverter*, que é um conversor para 70 Mhz e deve ficar o mais próximo da antena possível, para que, devido às altas freqüências (3,7 a 4,2 Ghz) não exista muita perda. Geralmente o cabo usado entre os dois é especificado para evitar estas perdas.

Na saída do downconverter já teremos 70Mhz que será conectada com o receptor.

Esquema de recepção com um LNB.

A figura 2 mostra um Esquema de recepção com um LNB. Note que é dispensado o uso de *Downconverter*.

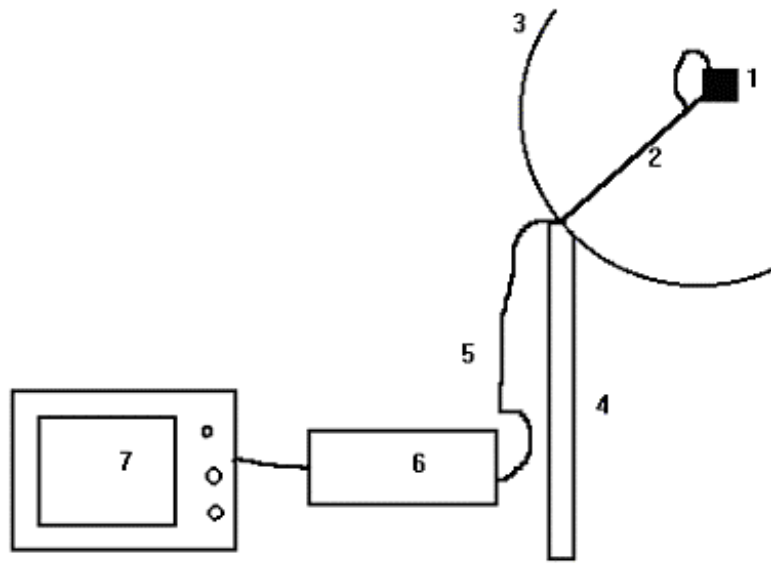


Figura 2 – Esquema de Recepção sem a utilização de Downconverter

1 - LNB + *feedhorn* + polarizador (o *feedhorn* ou corneta corrugada pode ser montado com dois LNBs o que dispensa o uso do polarizador. Porém teremos dois cabos, um para os canais verticais e outro para os canais horizontais. Usamos dois LNBs, com uma corneta que permita isto, quando desejamos usar a antena com mais de um receptor. Os dois cabos, com as duas polaridades, são ligados em um equipamento chamado de chave coaxial, e os receptores são ligados com esta chave. Esta chave pode ter duas saídas, quatro saídas, etc, para dois ou quatro receptores, e cada receptor receberá a polarização e canais desejados de acordo com o controle de polarização ou chave H/V).

2 - Iluminador.

3 - Refletor.

4 - Suporte da antena.

6 - Receptor.

7 - TV.

O sinal recebido será convertido para 950 a 1450 Mhz e amplificado. Depois será enviado ao receptor. Só dentro do RX é que teremos a FI de 70 Mhz.

Esquema de recepção com um LNC.

O Esquema de recepção com um LNC também pode ser o mesmo da Figura 2.

1 -- LNC + feedhorn + polarizador.

2 -- Iluminador.

3 -- Refletor .

4 -- Suporte.

5 -- Cabos.

6 -- Receptor.

7 -- TV.

O sinal recebido será convertido para 70 Mhz e amplificado, só depois sairá do Inc e irá para o receptor.

Esquema de recepção com um LNBF.

O Esquema de recepção com um LNBF também pode ser representado pela Figura 2, pois também não utiliza o *Downconverter*.

- 1 - LNBF
- 2 - Iluminador.
- 3 - Refletor.
- 4 - Suporte da antena.
- 5 - Cabos de ligação.
- 6 - Receptor.
- 7 - TV.

Características das antenas parabólicas.

O formato parabólico deste tipo de antena faz com que apenas os sinais que vêm perpendiculares ao plano da antena se concentrem num ponto, chamado de foco. Os outros sinais, não perpendiculares ao plano da antena, não terão um ponto de foco, não atrapalhando assim na recepção. Isto é o que torna uma antena parabólica extremamente direcional. Tão direcional que apenas um grau de altura (vertical) ou azimute (horizontal) fora da posição já faz com que não recebamos o sinal do satélite.

A figura 3 mostra que os sinais recebidos, perpendiculares ao plano da Antena, são refletidos e focados corretamente em único ponto.

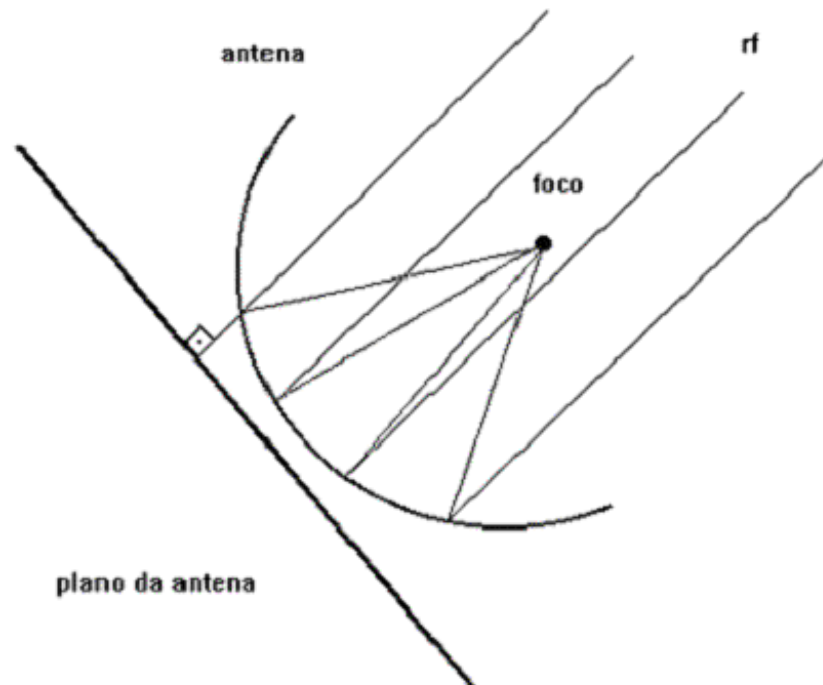


Figura 3 – Sinais recebidos e focados corretamente.

Na figura 4 é mostrado que os sinais recebidos não perpendiculares ao eixo do plano da Antena são também refletidos pela antena, porém não conseguem ser centralizados em um único ponto, havendo portanto, as dispersões.

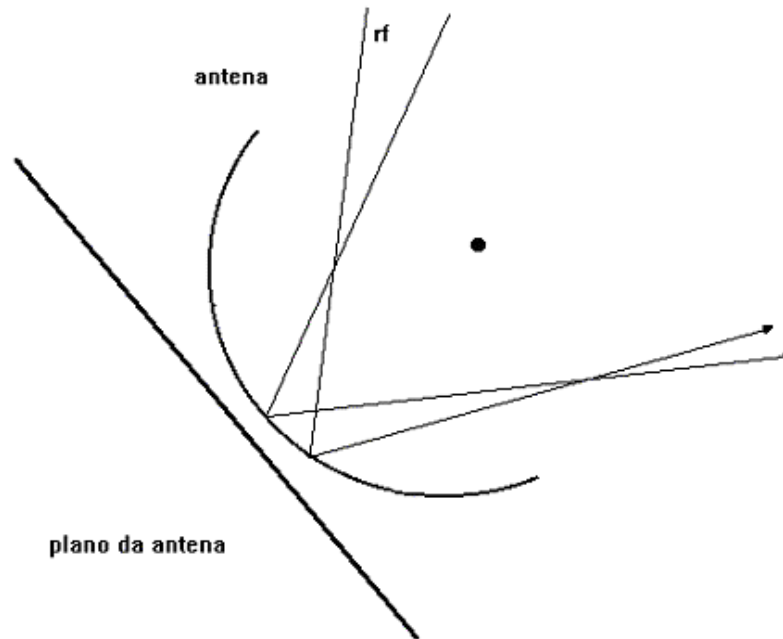


Figura 4 – Sinais recebidos fora do foco.

O elemento amplificador deve ficar exatamente no foco, para isto o iluminador possui um movimento de vai e vêm, permitindo assim deslocar o *feedhorn* até o ponto onde está o foco conforme mostra a figura 5.

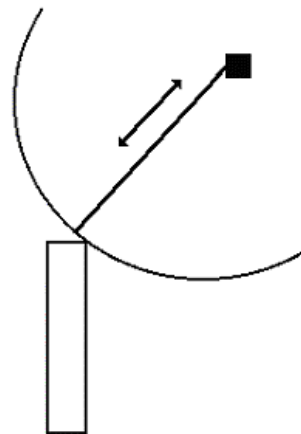


Figura 5 – Movimento do iluminador que pode ser efetuado para o ajuste da distância focal.

Existem outros tipos de antenas parabólicas, as *Cassegrain*, por exemplo, conforme ilustra a Figura 6.

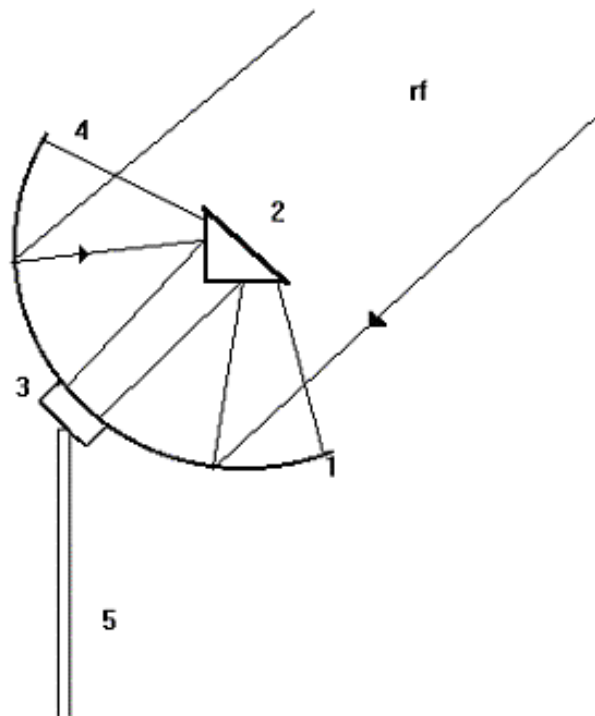


Figura 6 - Refletor *Cassegrain*.

- 1 - refletor parabólico.
- 2 - refletor.
- 3 - elemento amplificador.
- 4 - hastes para suporte do refletor.
- 5 - suporte da antena.

Neste tipo de antena o sinal será refletido pelo refletor parabólico para um outro refletor e depois para o elemento amplificador que ficará atrás da antena, para que ele possa receber o sinal a antena é vazada no centro. O refletor ficará suspenso por hastes, geralmente três, que estarão presas no próprio refletor parabólico.

Existem ainda antenas circulares para a recepção de sinais de satélites. A diferença é que devido a sua curvatura ela terá diversos focos, ao contrário de uma parabólica que só tem um foco. Estes diversos focos podem ser usados para se colocar diversos *feedhorns* e se captar mais de um satélite ao mesmo tempo, conforme mostra a Figura 7.

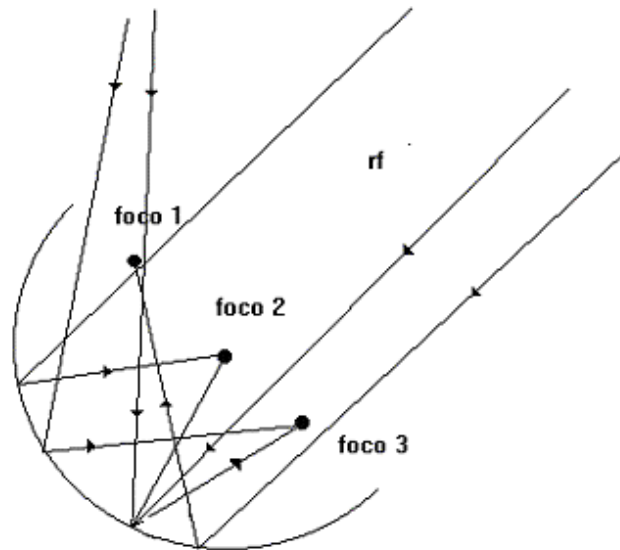


Figura 7 – Refletor Circular.

Antenas tipo off-set: -são antenas que tem o ponto de foco deslocado de sua posição central. Neste tipo de antena o satélite recebido esta acima de uma reta imaginária, que esteja perpendicular ao plano da antena. Estas antenas, para receber a banda KU, tem, normalmente, um diâmetro entre 45 a 90 cm e são feitas de metal. Esta antena pode ter um tamanho menor do que as parabólicas mais comuns, as de banda C, normalmente feitas de tela, pois a freqüência de recepção é muito maior e quando maior a freqüência menor o tamanho da antena.

Polarização.

Quando falamos em polarização de canais estamos nos referindo em como o campo elétrico deste canal se propaga pelo espaço. Se ele se propagar na horizontal dizemos que a polarização é horizontal. Se ele se propagar na vertical dizemos que ele tem a polarização vertical. A polarização corresponde à posição física da antena, desta forma, se tivermos uma antena com os seus elementos na horizontal a propagação do campo elétrico será horizontal e a polarização da onda será horizontal. Com os elementos da antena na vertical a polarização será vertical. Existe uma grande isolação entre canais verticais e horizontais (para antenas parabólicas + ou - 20dB, o que corresponde a uma relação de níveis de 100 vezes entre um sinal e o outro), graças a isto é possível compartilhar uma mesma freqüência, se preciso, só usando polarizações diferentes.

- Banda C – faixa de freqüências entre, aproximadamente 4 a 8 GHz. Os satélites usam a faixa de 5,925 a 6,425 GHz para a subida (*up-link*) e 3,7 a 4,2 GHz para a descida (*downlink*).

-- Banda KU – faixa de freqüências entre 10,9 a 17 GHz. Usada para repetição via satélite, por exemplo para DTH.

-- Banda Ka – faixa entre 18 a 31 GHz usada para transmissão via satélite.

Informações extras.

- No Brasil a operação dos satélites domésticos ficam por conta de concessionárias privadas.
- As antenas transmissoras (para o satélite) têm um diâmetro na ordem de 30 metros e trabalham com uma potência de 1 quilowatt para transmissão analógica e 100 a 400 watts para sinais digitais.
- Os satélites de telecomunicações são geostacionários, ou seja, ficam parados em relação a terra.
- Os satélites para telecomunicações ficam a uma altitude de 36.000Km.
- Tem uma vida útil de aproximadamente 8 anos (devido ao término do combustível que o mantém na órbita correta).
- Geralmente possuem, no mínimo, 24 canais para transmissão de tv, além de outros para voz e dados.
- Caso a transmissão seja digital poderemos ter muitos mais que 24 canais. Lembrando que um canal em satélite se chama *transponder* e que usando transmissão digital podemos ter diversos serviços ou sinais diferentes dentro de um mesmo *transponder*.
- Transmitem para terra uma potência por volta de 10 watts (já existem alguns que operam com potência de 120 watts).
- Estão todos sobre a linha do equador, numa zona chamada de anel de Clark ou cinturão de Clark.
- Mantém no mínimo, uma distância de 5 graus entre um e outro.
- O sinal do satélite até a terra é atenuado em cerca de 200 dB (para banda c, de 3,7 a 4,2 Ghz).

O Refletor parabólico

A figura 8 mostra os parâmetros das medidas de um Refletor Parabólico.

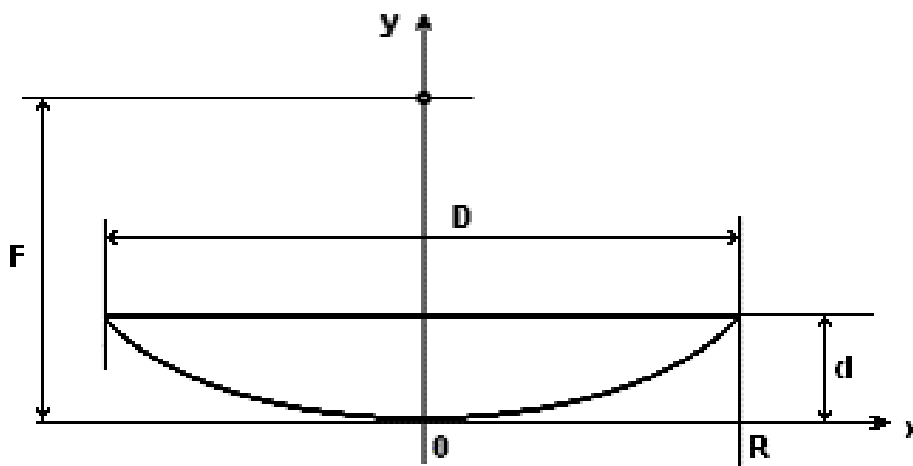


Figura 8 - Medidas de um Refletor Parabólico

F = Distancia focal D = Diâmetro R = Raio d = Profundidade

As relações de medidas utilizadas na sua confecção são:

$$y = \frac{x^2}{4F} \qquad d = \frac{R^2}{4F} = \frac{D^2}{16F} \qquad \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D}{4F}$$

$$r = \frac{2F}{1 + \cos \alpha} \qquad r + 1 = 2F \qquad I = F - y$$

Ganho do refletor (para eficiência de 65%):

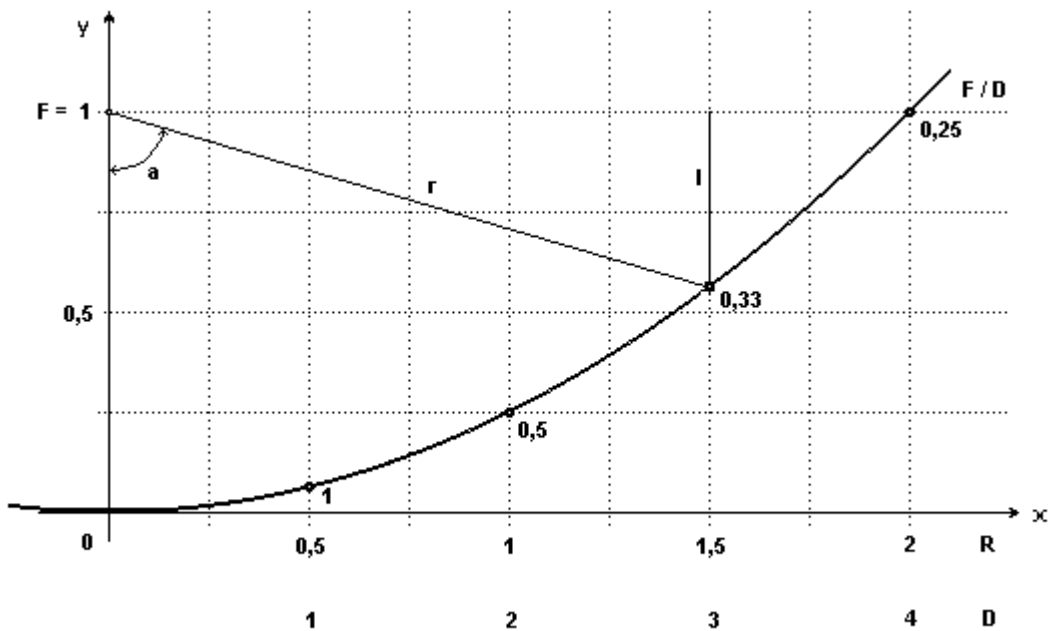
$$G(\text{dB}) \cong 7,7 + 20 \log \frac{D}{\lambda} \cong 18,2 + 20 \log D(\text{m}) \times F(\text{Ghz})$$

Largura de feixe (graus a -3dB):

$$\alpha = \frac{70\lambda}{D}, \qquad \lambda \text{ e } D \text{ nas mesmas unidades}$$

ou ainda:

$$\alpha \cong \frac{21}{F \times D}, \qquad F \text{ em GHz e } D \text{ em metros.}$$



rmz

O Programa RMZ3 encontrado em

<http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbx/arq.htm>

permite mostrar interativamente o efeito de F/D no aspecto da antena ou calcular a distancia focal de um refletor parabólico simétrico. Permite calcular o seu ganho em função do diâmetro, frequência e eficiência.

Orientação de antena para satélite geostacionário.

Variáveis de entrada :

Ls = longitude do satélite (Leste + , Oeste -) (a latitude do satélite é sempre 0)

Lo = longitude da antena (Leste + , Oeste -)

La = latitude da antena (Norte + , Sul -)

Resultados :

Az = azimute da antena (0º = Norte, 90º = Leste, 180º = Sul, 270º ou -90º = Oeste)

EI = elevação da antena (0º = horizontal, 90º = vertical)

D = distancia da antena ao satélite

Constantes :

Raio da Terra no equador : R = 6378 km

Altura do satélite no equador : h = 35786 km

Semi eixo maior da orbita : a = R + h = 42164 km

Angulo C máximo : Cmax = 81,3 graus ; cos Cmax = 0,15127 = R/a

Distancia máxima ao satélite : Dmax = 41678 km

Formulas :

$$Ld = Lo - Ls \cos C = \cos Ld \cdot \cos La$$

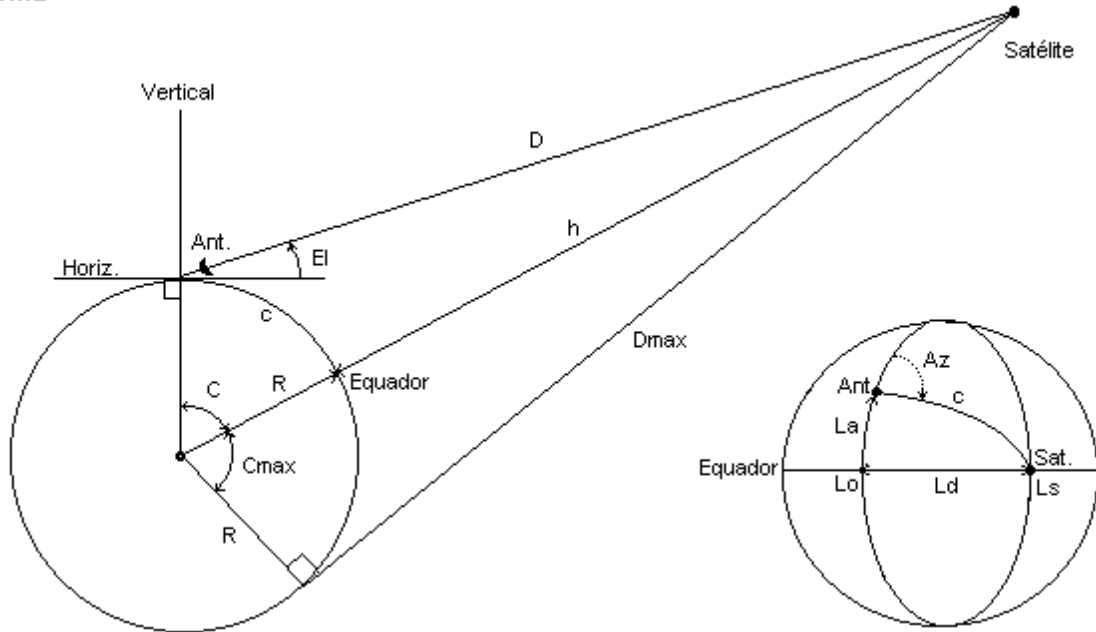
Obs : cos C deve ser maior que 0,15127 para que o satélite esteja acima do horizonte !

$$Az = \arctg (\operatorname{tg} Ld / \operatorname{sen} La) (\text{ antena no hemisfério Sul. No hem. Norte somar } 180^\circ)$$

$$EI = \arctg ((\cos C - 0,15127) / (1 - \cos^2 C)^{1/2})$$

$$D = (R^2 + a^2 - 2Ra \cos C)^{1/2}$$

rmz



O programa RZ3 também encontrado em

<http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbx/arq.htm>

permite calcular a orientação da antena incluindo polarização do alimentador e calcular o enlace de descida.

Para orientar a antena é preciso saber a direção do norte verdadeiro, que difere do norte magnético pela declinação magnética. No site

<http://www.thecompassstore.com/decvar.html>

pode ser encontrado um mapa de **declinação magnética** e de sua variação. A declinação magnética é a diferença entre o **pólo norte magnético** (indicado por uma bússola) e o norte verdadeiro (ponto onde passa o eixo de rotação da terra). Ela depende da posição geográfica do lugar (latitude-longitude) e varia muito lentamente com o tempo (anos), de acordo com o mapa de variação, também em função do lugar.

No site <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/geomag/jsp/IGRF.jsp> pode ser encontrado um calculador do NGDC para a **declinação magnética em função do ano, latitude, longitude e altitude**. Ainda é fornecido também todos os componentes do campo geomagnético, como inclinação, componentes x y z, e intensidade.

Bibliografia:

<http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbx/teoria/reflpar.htm>