

Entendendo Weak Signals

Por : José Carlos M da Silva / N4IS-PY2DP

Sempre falamos em comunicação de sinais fracos, débeis ou Weak signals. Mas realmente o que define um sinal fraco,o que não é forte.. que é pequeno...o que não mexe o S` meter... certamente; mas se pretendemos preparar uma estação para Weak signals devemos saber o que é necessário para fazer isso.

Neste artigo, vou fazer um resumo prático do que é mais importante saber sobre esse assunto. Porém, se o colega quiser maiores detalhes, recomendo o livro de Ian While-G3SEK, " THE VHF/UHF DX BOOK ".

Isto é muito importante porque vemos várias vezes uma estação trabalhando um DX e outra estação semelhante não tendo o mesmo sucesso. É muito fácil culpar a localização e ou o operador, mas isso não é necessariamente verdade. Na maioria das vezes as partes da estação de VHF são simplesmente conectadas entre si, mas realmente não entendemos como elas interagem entre si . Na verdade muitas estações nunca funcionaram correctamente e o radiador nem suspeita que tem alguma coisa errada, porque na verdade, nunca entendeu os resultados que poderia obter com sua estação.

Numa comunicação via radio entre o ponto A e B temos os seguintes componentes

- 1 - Informação a ser transmitida pelo modulador,..... TX MOD
- 2 - Energia entregue á antena e a antena transmissoraTX ANT
- 3 - Caminho percorrido pelo sinal e propagação.....PATH
- 4 - Antena receptora.....RX ANTENA
- 5 - Pré amplificador.....FRONT END
- 6 - Receptor e desmodulador.....RX
- 7 - Receber da mensagem, exemplos : ouvido humano ou computador.....RX DEMOD.

É mais simples explicar os módulos acima começando por um dos objectivos finais, o ouvido humano.

Relação sinal / ruído, ou o que realmente conseguimos escutar?

A habilidade de copiar um sinal fraco depende principalmente da relação sinal / ruído, o que é simplesmente a diferença entre o sinal recebido e o ruído presente na saída do receptor ou o que chamamos de " noise floor ". A capacidade auditiva humana varia de pessoa para pessoa, mas, de uma maneira geral, podemos dizer que para se copiar um sinal em SSB ele tem que estar no mínimo 3 dB acima do ruído. Na prática, isso depende do tipo de modo utilizado. Como experiência, vamos considerar todos os 7 blocos acima como constantes e vamos variar apenas o modo de transmissão usado.

Qual seria relação sinal / ruído necessária para se copiar o DX que estamos tentando trabalhar?

MODO Min sinal acima do ruído. Banda passante

FM.....	10 dB.....	15 KHz
AM.....	6 dB.....	5 KHz
SSB.....	3 dB.....	2.5 KHz
CW.....	0 dB	100 Hz

- Limite do ouvido humano, abaixo daqui já é o computador e na realidade ao invés do ouvido, se usa o olho! -

PSK31.....	-10 dB.....	10 Hz (não tenho certeza desse numero)
FSK441.....	-10 dB.....	2.5 KHz
JT44.....	-20 dB.....	2 Hz
JT65.....	-25 dB.....	1 Hz

Analisando a tabela acima poderíamos chegar á precipitada conclusão de que o FM não é um modo adequado para DX em VHF, pois, mas a realidade está muito longe disso !

O FM permite o maior nível de legibilidade de um sinal e um sinal de 10dB acima do ruído é muito mais fácil de ser escutado em FM do que em SSB ou mesmo em CW.

O problema com o FM é que abaixo desse nível o circuito chamado "discriminador", rapidamente PÁRA de desmodular o sinal da FI, entregando ao alto-falante somente ruído. Essa característica é muito usada para ajustar o "Noise Figure" dos pré-amplificadores quando não se têm o equipamento adequado.

Pode-se fazer muito DX usando o modo FM.

Nos demais modos, o modulador ainda funciona com sinais abaixo de 10 dB, mas, por exemplo, se o SSB é comprovadamente melhor que o AM, porque será que o AM é mundialmente usado na aviação civil ??? Não seria melhor usar o FM ou mesmo o SSB?

A resposta é simples ...SEGURANÇA DE VOO... o AM é o único modo que permite desmodular varias estações ao mesmo tempo, se dois aviões chamarem a torre ao mesmo tempo na mesma frequência, o operador da torre vai escutar os dois ao mesmo tempo, se fosse FM somente o sinal mais forte passaria pelo desmodulador. Se fosse SSB qualquer pequena diferença na frequência de emissão iria fazer ser difícil de entender o sinal mais fraco.

A capacidade de recepção em CW sofre muitas variações de pessoa para pessoa. Um operador normal em média recebe sinais próximos ao nível de ruído o que seria 0dB, mas alguns operadores privilegiados conseguem copiar sinais abaixo disso, chegando até a -3 dB. Em casos extremos, já foi comprovada a descodificação de telegrafia a -10 dB, isto devido ao fato de que alguns operadores possuem uma maior sensibilidade auditiva inata quando escutam o sinal de CW entre 300 Hz ~ 400 Hz. Outros ainda tem um pico de audição a um sinal de 200 Hz.

Um ponto muito importante quando se fala de ruído é a banda passante. O ruído é sempre provocado por elétrons em movimento. Um condutor elétrico tem elétrons que se movimentam de maneira aleatória devido a temperatura. Esse movimento aleatório de elétrons resulta em uma flutuação da corrente o que é detectada como ruído aleatório ou "randon noise".

Qualquer temperatura acima do zero absoluto, causa ruído elétrico em um condutor. A temperatura absoluta é medida em graus Kelvin - K. Para converter graus centígrados em Kelvin é só somar 273,16.

A formula básica para ruído é

$$Pr = K T B$$

Pr é a potência do ruído em W

K é a constante de Boltzman $1.38 \cdot 10^{-23}$.

T é a temperatura em graus Kelvim

B é a banda passante.

Qual o ruído gerado por uma resistência á temperatura ambiente?

Dá para notar que na formula acima o valor da resistência não entra. O resultado para uma banda passante de 2.5 KHz seria de $Pr=1 \times 10^{-27}$ W . Vamos admitir que o valor da resistência seja 50 Ohms, usando-se a Lei de Ohm $R = U / I$ e o calculo da potência $P = U \times I$, o valor da tensão fica em 22,4nV... isso mesmo, NANOVOLTS !

Portando o mínimo sinal que podemos receber á temperatura ambiente com uma banda passante de 2.5 KHz é de 22,4 nV

Na pratica a sensibilidade de um receptor é limitada pelo ruído que o receptor gera internamente. O modo mais simples de definir a sensibilidade é o "NOISE FIGURE" ou NF. Imagine um receptor ideal com ruído zero

conectado a uma resistência á temperatura ambiente. Adicione então um Pré-amplificador, e o NF do pré-amplificador em dB seria igual ao aumento em dB's do ruído na saída do receptor. É muito comum medir-se a qualidade de um pré-amplificador pelo menor NF.

Porém, os fabricantes gostam de especificar actualmente a sensibilidade nos receptores usando uma medida chamada MDS (Menor Sinal Detectado), medido em potência e por unidades DBm .

Isso confunde muito, porem aqui vai a solução . Para se comparar receptores devemos primeiro verificar a banda passante. Por exemplo a ARRL usa 500Hz a RSGB usa 2.5KHz. No caso da ARRL usando BW= 500 HZ, para se achar o NF a formula é :

$$NF = 147 - MDS$$

Um MDS de -138dBm representa um NF de $147-138 = 9$ dB; $NF=9$ dB

Aqui vai alguns valores para os rádios mais comuns de VHF em 144 MHz tudo em dB's

Radio	NF (Pre on)	IP3
IC910	5	-6.4
IC746 PRO	5	-3.1
IC746	8	-2.4
FT847	5	-19
IC-706MKIIG	5	-16

E qual é a sensibilidade de um transverter, ou qual será a sensibilidade final se eu adicionar um pré-amplificador ?

Nada vem sem custo, se adicionar um pré-amplificador de 1dB NF na entrada de um IC746, duas coisa vão acontecer ao mesmo tempo, a primeira é que vamos aumentar a sensibilidade e a segunda é que diminuimos a capacidade de receber um sinal fraco na presença de um sinal forte próximo ou na pratica e por outras palavras; diminuimos o IP3. A coisa funciona assim, o ganho do pré-amplificador praticamente se subtrai do IP3 do receptor.

Na prática, numa localidade rural, o baixo IP3 do receptor só seria um problema na presença de sinais de estações repetidoras locais. Um exemplo muito comum, acontece quando um radiomador vai operar numa Serra onde haja uma ou várias torres com estações comerciais e repetidoras de VHF com razoável potência; qualquer receptor com um baixo IP3 sofre saturação e dessensibilização, impedindo a recepção de sinais fracos, além da presença de vários sinais resultantes de intermodelação nos estágio de entrada do receptor.

Um valor aceitável para Concursos e operações em locais de pouco ruído seria 0 dB de IP3. Com esse valor poderíamos trabalhar sinais fracos na presença de sinais locais de outras estações fortes. Portanto, a localização da estação é um factor muito importante. Por exemplo, se um radioamador morar perto da Avenida Paulista, que é o lugar preferido para as estações de TV (500 KW) na cidade de São Paulo, provavelmente ele precisaria de um receptor com cerca de 60dB de IP3, para não sofrer saturação ou dessensibilização no receptor.

Mas como calculamos o NF figure do sistema?

Isso é muito importante para entender o desempenho de uma estação de VHF DX.

$T_{sys} = T_{ant} + T_{pre} + T_{rec}/\text{Ganho do Pre.}$

T_{sys} é a temperatura do sistema, temos que converter em NF

$$NF = 10 \log (1 + (T/290))$$

Um IC746 com o pré desligado tem um NF de 12 dB e um IP3 de 1.5 , se adicionarmos mais um pré na entrada do receptor com NF=0,4dB e um IP3 out de 20dB, o sistema final ficará com um NF de 0.78 dB, e com um IP3 de -23 dB, o que o transformaria rapidamente num péssimo receptor para Concursos, mas esse receptor passaria a ter uma boa sensibilidade para fazer DX em VHF fora desse período e num sitio rural pouco “poluído de RF”.

O uso de transverter com um receptor de HF é largamente empregado por esse motivo, você consegue um NF baixo com um IP3 auto. Mas na prática, isso não é tão simples assim, pois se usando um receptor de HF como IF em 28 MHz, é necessário conhecer o NF e o IP3 de entrada do receptor em 28 MHz.

Hoje em dia é muito comum falar-se no novo rádio da Icom ou da Yaesu com 40 dB de IP3, mas é importante saber para que frequência isso foi medido. O IC7800 tem um IP3 de 37dB em 80 metros com o pré desligado, mas em 50MHz com o pré 2 ligado tem um IP3 de somente -4.4dB com um NF= 5dB, o que é muito parecido com um IC746 e inferior a um bom sistema com transverter.

Vamos analisar o caso de um FT1000MP e um transverter com NF=1dB; IP3= 17 dB, sem o uso de um pré externo. Em 28 MHz o FT1000MP tem um NF = 21.8 dB* com IP3 = 2... isso mesmo 224dB é para 14 MHz, e com o pré ligado (tipo Tuned), ficará com o NF= 6 e o IP3 = -9 dB.

Pré do MP	NF	IP3
Off	5.2	-16
FLAT	2.5	-16
Tuned	2.1	-30

Portanto um transverter e um radio de HF para IF, funciona bem somente se o radio tiver um NF menor que 10dB com um IP3 de 20dB e isso é muito difícil de encontrar.

Imagine um pré amplificador com 20dB de ganho na frente do sistema descrito acima usando o pré do MP na posição Tuned com -30dB de IP3, o IP3 final do sistema diminuiria para -50dB!!!!

A solução é usar o mínimo de ganho possível na entrada com uma IF o mais robusta possível..

Mas, na prática, qual é a sensibilidade que o receptor precisa ter para se fazer DX em VHF??

A sensibilidade de um receptor fica limitada ao ruído total que a antena recebe. Vendo o ruído recebido pela antena como uma equivalência ao ruído produzido numa resistência á entrada do receptor, sendo a uma temperatura medida em graus Kevin, podemos concluir como aceitável que a sensibilidade do receptor seja igual à menor temperatura equivalente ao ruído que a antena esteja recebendo. Não encontraremos nenhuma melhoria na relação sinal / ruído se a sensibilidade do receptor for maior que o nível do ruído local.

Na prática, levando-se em conta somente o ruído atmosférico, e não o ruído provocado por equipamentos eléctricos (man-made noise), podemos afirmar que para comunicações terrestres os valores mais comuns para uma localidade rural, são os seguintes:

Banda	Temperatura equivalente	NF
50 MHz	4000K	12dB
144 MHz	200K	2.2 dB
432 MHz	150K	1.8 dB

Portanto, para 6 metros, a maioria dos transceptores modernos possui uma sensibilidade mais que adequada e o uso de um pré externo não melhora a relação sinal / ruído, pois o valor final do sistema estaria muito abaixo dos 4000K encontrados na saída de uma antena de 6 metros. Isso para um QTH rural.

Falaremos mais adiante sobre ruído local "man-made noise" muito comum na cidade e em alguns QTH rurais mais populosos, mas antes disso apresentaremos o conceito final de como medir a sensibilidade de um sistema de maneira mais eficiente. Esse conceito é o chamado:

Sensibilidade Efectiva do Receptor ou simplesmente "ERS"

Não confundir com uma medida muito conhecida e de um modo geral, muito fácil de entender: ERP ou seja Potência Efectiva Irrradiada. Um emissor com 100W de saída e usando uma antena de 10dBd de ganho (relação sobre um dipolo padrão no espaço), tem uma potência ERP de $10 \times 100 = 1.000W$ sobre um dipolo. Deixando tudo em dB's a matemática fica mais fácil, assim só temos que somar ou subtrair.

ERP (dBW) = Potência do transmissor - perda no cabo + ganho da antena.

Para entender dBW, cada vez que você dobra a potência você sobe 3 dB por cada +10 dB representa multiplicar a potência por 10. Se você está escutando um sinal S9+5 dB, se a estação que você estiver recebendo aumentar a potência de 100W para 1KW o sinal recebido vai subir +10dB indo para S9 + 15dB. Cada unidade S representa aproximadamente (+) mais ou (-)menos 6 dB, ou seja para subir ou descer uma unidade S você precisa ou aumentar a potência 4 vezes ou diminuir a potência 4 vezes. Se a estação que você estiver recebendo passar de 100 para 25 W ela vai cair uma unidade S, se ela passar para 10 W, vai cair menos que duas unidades S, se passar de 100 W para 1 W, vai passar de S9 para S5 ou S6. Portanto, neste caso a potência não ajuda muito.

O ERP é importante quando o sinal está fraco e o nível do ruído não é muito alto, ai com mais 3 dB você consegue sair do ruído, dobrando a potência.

Do lado do receptor, vamos definir ERS, como a sensibilidade efectiva do receptor. Entendendo os termos ERP e ERS fica fácil saber como se comporta a comunicação entre dois pontos "A" e "B". O sinal recebido em "A" é medido pelo ERS e o sinal transmitido em "B" é medido em ERP. Estimando a atenuação do caminho entre o ponto geográfico "A" e ponto geográfico "B", medidos em dB temos condições de determinar a variação da qualidade média da comunicação entre esses dois pontos. Esse valor é completamente alterado quando existe a abertura ou propagação, a qual não podemos controlar, porém, podemos melhorar o ERP e o ERS da nossa estação.

Agora, já podemos melhor definir a sensibilidade necessária para trabalhar DX em VHF. Sabemos também, que a sensibilidade é limitada pela relação sinal / ruído e que se define pela equação abaixo.

Relação sinal ruído (dB) = ERP – ERS – atenuação média entre "A" e "B" (valor que varia muito com a propagação)

O que podemos melhorar na estação para melhor ouvir ou receber os sinais de DX em VHF ??

Pela equação acima a propagação é definida entre outros factores pela atenuação em dB entre os pontos geográficos A e B e não está totalmente sob o nosso controle. Podemos sim controlar os outros dois termos; do lado do transmissor podemos aumentar o ERP e do lado do receptor temos o ERS, que estudaremos abaixo.

O ERS pode ser calculado usando a fórmula abaixo, que embora parecendo complicada, merece a nossa atenção. Principalmente pela análise do resultado, que nos ajudará a responder á pergunta acima formulada

ERS = $10 \log \{ k (T_{rx} + T_{ant}) B \} - (R_x \text{ antenna gain})$.

Onde :

“k” é a constante de Boltzman $1.38 \cdot 10^{-23}$

“T rx” é o Noise figure do receptor + a Perda no Cabo em dB, convertida para temperatura.

“T ant” é o ruído que a antena recebe em todas as direcções convertida em temperatura.

“B” é a banda passante.

Temos até aqui uma constante “k” multiplicada por “T” e também multiplicada pela banda passante do receptor, “B”. (resultado desta parte da equação entre chavetas em dBW)

“Rx antenna gain” é o ganho frontal da antena de recepção dado em relação á antena fictícia ou ponto isotropico .

Vemos aqui que o modo usado na comunicação influencia directamente a qualidade do sinal / ruído. Por exemplo, o modo CW é mais eficiente que o SSB, devido ao fato de que neste modo podemos usar uma banda passante mais estreita (de até 50 Hz), conseqüentemente melhorando a relação sinal / ruído. Se usarmos a mesma banda passante para os dois modos, (2.500 Hz), não teremos uma melhoria no sinal ruído.

Em resumo que você precisa saber sobre essa formula é que a ANTENA contribui com dois valores directos(T ant e Rx antenna gain) e que a PERDA NO CABO ACABA POR TER A MESMA IMPORTANCIA QUE A SENSIBILIDADE DO RECEPTOR.

A antena ligada ao receptor contribui só por si com dois valores intrínsecos muito importantes na equação da relação sinal / ruído. O valor “G” do ganho de frente e o valor “T” que chamamos de temperatura da antena, e que se define pela soma de todos os lóbulos em todas as direcções, pois todos eles contribuem para o receber de ruído. Assim, quanto maior é o Ganho e quantos menos lóbulos secundários tiver a antena melhor. O “G/T” é a relação ganho / temperatura da antena, e esse valor, na prática, só pode ser calculado por computador e está disponível no trabalho do VE7BQH, que pode ser encontrado vários web sites. Este trabalho ajuda o radioamador na escolha do melhor projecto de antena.

Visite o site abaixo.

<http://www.vhfdx.net/VE7BQH.html>

Vamos tentar entender melhor esse tema. Uma antena omnidireccional recebe ruído de todos os lados, tanto uma vertical como um loop horizontal (antena tipo Halo, omnidireccional, empregue em polarização horizontal). O ganho na direcção do sinal recebido é unitário, porém a antena é extremamente “ruidosa” pois capta muito ruído de todas as direcções. A antena vertical é considerada a pior opção para a recepção de sinais fracos, mas se empilharmos 4 verticais, poderemos obter alguma melhora ...? O ganho melhora para até 9 dB's e esse ganho é o mesmo para todas as direcções, porém a temperatura da antena continua praticamente a mesma e o sinal recebido vai ser “Diluído” no ruído atmosférico vindo de todas as direcções. Assim, neste exemplo, melhoramos o Ganho mas mantivemos a Temperatura.

É lógico que uma antena omnidireccional tem sua utilidade e é por isso que a utilizamos, pois, por ser omnidireccional, não temos que nos preocupar em orientá-la para a direcção em que o sinal é recebido. Por exemplo, eu gosto muito de comunicar com muitos amigos durante a manhã usando 144 MHz, mas todos se localizam em diferentes direcções. Nesse caso, eu necessitava apontar a antena direccional para cada localidade em particular com o objectivo de obter a melhor recepção. Porém, quando a antena estava apontada para uma localidade, os outros colegas quase não conseguiam copiar o meu sinal. Actualmente estou usando uma antena com um G/T muito bom a 30 metros de altura, mas acabo perdendo muitos sinais de DX quando a

antena direccional não está apontada para a direcção correcta do DX. Como solução, tive a ideia que fazer um array com 4 loops empilhados e colocá-los a 18 metros de altura. Para os contactos locais foi uma óptima solução, posso escutar todos ao mesmo tempo sem problemas e sem ter de andar sempre a rodar o rotor..... Mas.....existe sempre um, mas!

O ganho do conjunto dos loops empilhados ficou perto de 9 dB uma beleza ! Na primeira abertura de propagação eu esperava poder copiar no conjunto dos loops os sinais de DX vindo de outras direcções diferentes para onde a antena direccional não estava apontada. A minha antena direccional a 30 metros e com 15 dB de ganho deveria funcionar 6 dB melhor que os 4 loops, mas.... mas.... SURPRESINHA . Na primeira abertura Esporádica do ano, eu podia, na Yagi, copiar as estações de DX com S2 e S3; e, para um DX, esses sinais eram muito fortes. Porém, usando os loops nada,.... NADA, NADINHA somente quando o sinal do DX chegava a S9 na Yagi é que eu começava a escutar a estação nos loops. E temos que considerar que nesse dia não tínhamos nenhum ruído local - um silencio, pois havia chovido e não tinha nenhum QRM de linha eléctrica.

Os loops foram um investimento caro e nesse caso do DX, totalmente inútil, pois eles só funcionam para o bate papo local. Também fiz o teste ao contrário, transmitindo com os loops e recebendo com a Yagi, e fui sempre muito bem escutado, mostrado que o ganho calculado de 9 dB estava correcto. A resposta é simples, lembrem-se do ruído vindo de todas as direcções captado pelos loopspois estes ruídos abafam completamente os fracos sinais vindos de duas ou três direcções.

A conclusão é que se você quiser ter sucesso com sinais fracos é recomendado você ter uma antena direccional moderna, projectada por computador depois dos anos 90, ou o mais actual possível. Lembre-se do que dissemos; quantos menos lóbulos secundários tiver a antena, melhor. Ora isto é muito difícil de calcular e verificar sem um bom software de computador.

EVITE AO MAXIMO PROJETOS ANTIGOS

Imagine você a dificuldade que era projectar uma antena á 20 ou 30 anos atras, tudo era no corta,... mede,... tenta de novo,... corta,.... mede,... tenta de novoum trabalho imenso. Temos que dar valor aos pioneiros que tanto trabalharam para que pudéssemos ter as primeira antenas com um bom desempenho. Hoje em dia, um programa com o YO pode simular mais 2.000 modelos em poucos segundos, mas, mesmo assim, algumas antenas da M2, por exemplo, embora usando o desenho assistido por computadores modernos, necessitaram meses de trabalho para se chegar ao desempenho actual. Uma antena direccional não é um conjunto de directores e reflector alinhados de qualquer maneira.

Mas que antena usar, isso fica muito caro?

A maioria das estações por aqui usam antenas da M2, ou os projectos do K1FO ou do DJ9BV. O que torna caro uma antena comercial não é só a qualidade do alumínio empregue mas sim as horas, dias ou meses empregues no seus testes finais. O melhor site para projectos de antenas é o seguinte:

<http://www.ifwtech.co.uk/g3sek/diy-yagi/>

Uma antena de VHF é fácil de fazer mecanicamente mas para funcionar bem tem que ser exactamente reproduzida em todos os seus detalhes, milimetricamente, do projecto já testado.

Voltando ao nosso tema inicial do ERS, ainda não respondemos totalmente á pergunta inicial:
" O que podemos melhorar na estação para melhor ouvir e receber os sinais de DX em VHF ??"

Já sabemos o que a antena representa, na verdade lembre-se do que sempre falam os veteranos:
" PARA TER UMA ESTAÇÃO BEM MONTADA VOCE TEM QUE GASTAR 10% NO RADIO E 90% NA ANTENA"

Isto é Física Elementar e não somente um conselho ou um reclame do fabricante de antena. O outro elemento tão importante como o NF do seu radio (que pode ter custado € 1.000 Euros ou mais) é o Cabo Coaxial que vai ligar á antena e os Conectores.

Vamos começar pelos conectores, os mais usados são dois: tipo "N" e o PL259, conhecido também com o conector de UHF ou simplesmente "conector de antena de amador". O conector "N" foi projectado para não permitir vazamento de sinais até á faixa de 1 GHz, ele tem uma atenuação de 0,01 dB em 1 Ghz e próximo de 0,005 em 144 MHz.

Na pratica o conector N soldado no cano, levando em conta que você aqueceu muito o cabo, tem uma perda de 0,05 dB. O conector VHF, tem uma perda de 0,1 dB em 144 Mhz e desde que bem soldado e o cabo não tenha sido muito aquecido. O valor da perda de TODOS os conectores mais a perda do cabo é somada ao NF do receptor, a conta é só somar:

4 conectores " PL" x 0,1 = 0,4dB mais a atenuação de 30 metros de BOM cabo RG 213 = 2 dB; TOTAL= 2.4 dB

somando isso ao seu transceptor de 1.000€ de NF=5dB resulta em NF=7.4 dB

Isso já não parece muito bonitinho, mas na pratica é pior; uma só gota de água em um conector a atenuação passa de 0,1 para 0,5 para um único conector, tipo VHF ou mesmo N. Mas as estacionárias não aumentam ao invés, diminuem. Ai, vezes o numero de conectores a coisa começa a ficar ruim, se o conector oxidar, a atenuação no conector pode chegar facilmente a 1dB. e se continuar entrando água no cabo a coisa vai para -5 dB... Só ai, quando você começa a receber reportagens que o seu sinal está um pico fraco, 1 unidade S mais baixa, você percebe que algo vai errado. Alias, existem situações caricatas de alguns radioamadores principiantes que ficam muito "felizes", pois com as primeiras chuvadas "misteriosamente " o medidor indica uma menor relação de SWR pois a atenuação subiu muito. O mesmo se passa quando o cabo está em uso á muitos anos ou é de péssima qualidade. Você pode chegar facilmente ao extremo de entrar com 25 W e só chega lá acima á antena, 6 W ou menos(lembr-se que menos uma só unidade S no S`meter representa -6dB ou o mesmo que dividir a potência por 4). Agora imagine o que está acontecendo com a sua recepção.

VOCE ESTÁ FICANDO SURDO E NEM SABE DISSO.

A solução é proteger o conector usando fita vulcanizada de auto-fusão como a SCOTT 23, assim como evitar o uso de manga termoretratil, com cola ou sem cola, pois ela não protege a entrada de água no conector. O método do Pereira-PU2WDV é fita vulcanizada de auto-fusão; em um dia seco você pega 20 cm da fita, estica até 40 cm , enrola bem no conector começando no painel da antena e vai até ao cabo, isto em 8 a 10 cm de extensão. Ai sim, o seu cabo + conector ficam protegidos. Você tem conectores que ao fim de 10 anos ainda tem a aparência de novos e estão perfeitamente capazes.

Nas antenas modernas o mais comum é se usar um balun coaxial de 4:1, passar de 50 para 200 ohms e alimentar um dipolo dobrado isolado do boom. Nesse caso é possível medir a resistência de isolamento do cabo na ponta que chega ao rádio. Para a medição é necessário usar um Multimetro que chegue a 200.000 M ohms. Hoje já pode encontrar esses produtos a um preço bom, mas antes da compra lembre-se de que os de 20.000 M ohms não servem. O cabo deve sempre apresentar um isolamento maior que 200,000 M ohms, uma única gota de água já é o suficiente para abaixar esse valor para 180.000 ou 150.000. Mas, se chegar a menos de 20.000 M ohms, deve-se providenciar uma manutenção no cabo. Por exemplo, eu tenho o costume de anualmente cortar o conector do cabo CELLFLEX 7/8 na ligação á antena e reconectá-lo novamente. Em geral, esse simples procedimento reduz a atenuação em 0,5 dB .

Isso mesmo, a atenuação em um cabo de uso prolongado se centraliza perto dos conectores, onde sempre entra alguma humidade no decorrer dos anos. Outro procedimento fácil de realizar para atenuações mais elevadas é com um medidor de potência de RF e uma carga fictícia ou "Dummy Load". Á saída do emissor você liga o medidor e a carga e verifica a potência emitida, seguidamente verifica na ponta do cabo coaxial

qual é a diferença. Quanto maior for essa diferença menor é o rendimento da sua estação. Se chegar metade da potência você já está com 3dB de perdas e se chegar somente a ¼ então você já perdeu 75% da potência.

Manter uma estação de DX para VHF dá muito trabalho mesmo, se você quiser manter o desempenho do seu sistema como o planeou, o trabalho é constante.

Para se saber o ruído recebido pelo sistema deve-se fazer o seguinte: ligar á saída do rádio uma antena artificial ou uma carga puramente resistiva de 50 Ohms, conectar um voltímetro AC na saída do auto falante e desligar o AGC. Depois disso, deve-se ajustar o nível de ruído para uma leitura de uns 2% na escala do voltímetro. Depois é só conectar a antena no lugar da carga. Cada vez que a leitura do ruído dobrar de valor, o ruído subiu +3 dB. Pode-se então fazer um pequeno gráfico do nível de ruído no seu local.

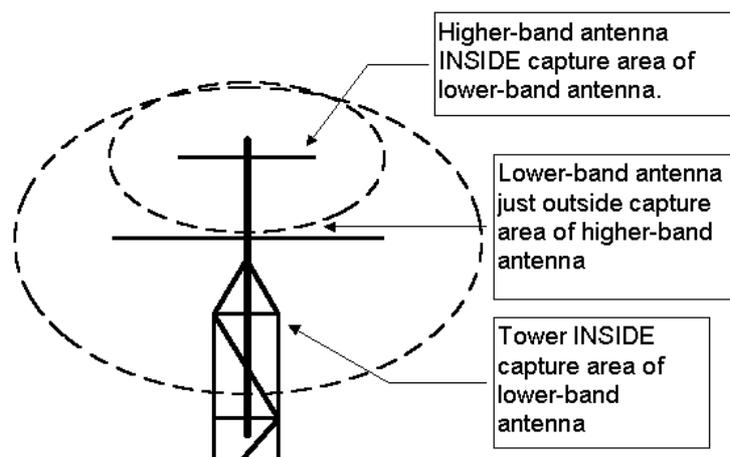
Para um QTH rural o nível medido dificilmente chegará perto de +2 dB, mas na cidade o normal é estar acima de +5dB ou superior. Na prática, se o ruído aumentar quando a antena for conectada , o receptor já possui uma sensibilidade suficiente para a sua localização. Na maioria dos casos, os rádios novos com NF perto de 5 dB são perfeitamente adequados.

Sabemos agora, com mais detalhes, como uma antena influencia uma estação de VHF. As antenas modernas são medidas não só pelo ganho, mas pelo ruído total que recebe junto com o sinal desejado(a chamada temperatura). Em geral, há mais um aspecto importante a ser considerado quanto à escolha do projecto: o DX em VHF usa um pequeno segmento no inicio da faixa de 2 metros, entre 144.000 a 144.340, e as antenas modernas já são otimizadas para o melhor desempenho nesse segmento. Para cobrir o segmento de FM a antena precisa de uma banda passante maior. Por exemplo: a antena da M2 de 5 wl ou a 18xxx não funcionam bem acima de 145 MHz. Já a antena M2 de 9 elementos tem um modelo para SSB e um para FM.

Escolher a antena certa já é um bom começo. Devemos notar que uma antena não muda a sensibilidade do seu receptor. O NF do receptor continua o mesmo, porém o ganho da antena e o G/T tem grande influência na sensibilidade efectiva do receptor, além do cabo e dos conectores.

Porém, é muito fácil de se estragar o desempenho da uma estação montando a antena no lugar errado da torre !

Uma antena Yagi funciona pelos sinais reflectidos por todos os elementos directores e pelo reflector somados no elemento excitador "DRIVEN ELEMENT". Todo o corpo metálico dentro da área de captura da antena, de uma forma ou outra, reflecte os sinais que está sendo irradiado, tornando-se parte da antena.



PARA EVITAR ESSE PROBLEMA , NENHUM CORPO METÁLICO NA MESMA POLARIZAÇÃO DA ANTENA PODE FICAR DENTRO DA ÁREA DE CAPTURA, INCLUINDO O CABO DE ALIMENTAÇÃO.

Para fazer um contacto temos que saber os 3 ingredientes básicos da propagação. Primeiro temos que ter uma irregularidade na atmosfera, segundo temos que ter ionização dessa irregularidade e em terceiro e o mais importante, temos que saber onde está essa irregularidade.!

Aqui, realmente na prática a teoria é outra. Nós temos é que fazer o nosso sinal chegar até a região de irregularidade para poder reflectir nosso sinal nela. Temos na verdade duas variáveis, direcção da antena e angulo de elevação em relação ao solo.

Uma boa antena de VHF na direcção errada não serve para nada. Acertar a direcção com o rotor é muito importante, mais, é fácil calibrar o indicador com uma bússola. Mas como você acerta o angulo de elevação.

Aqui vai o segredo da maionese.... De um modo geral é sabido que quanto mais alto a antena estiver melhor... mas o caso não é bem esse. Para cada modo de propagação que você está tentando usar o angulo necessário para atingir a irregularidade não é o mesmo.

TROPO.....Existe 3 tipos diferentes de propagação Troposférica, não vou entrar aqui na explicação física dos modos, mas sim em resultados práticos. De uma maneira geral para tropo você têm um angulo muito baixo para poder entrar na zona de refração. A tropo pode estar na superfície ou até a vários quilómetros de altura.

Es ou MS...(Esporádica E ou Meteoscatter) Os dois fenómenos são encontrados no final da camada E, na atmosfera acima disso tem um grande espaço com poucos átomos até a camada F2. Um verdadeiro buraco. Esse ponto fica entre 85 a 100 km de altitude . A curvatura da terra limita os contactos a uma distancia de aproximadamente 2.500 km no caso de meteoros. O rastro dos meteoros são estreitos, diferente de uma nuvem Es que pode ter quilómetros de extensão. O meteoro não pode começar a queimar mais alto porque não tem matéria para fazer o atrito, tudo começa na camada E.

EME(Rebote Lunar).. você têm de apontar para a Lua

TEP(Propagação Trans-Equatorial)... Se inicia da faixa da camada E, mas segue a linha do equador magnético.

Qual o angulo que você precisa para atingir estas áreas?

Isso varia com a distância do ponto para onde se quer comunicar.

Distancia Angulo de tiro em graus

500 km	18
1000 km	8
1500 km	4
2000 km	1
2500 km	0

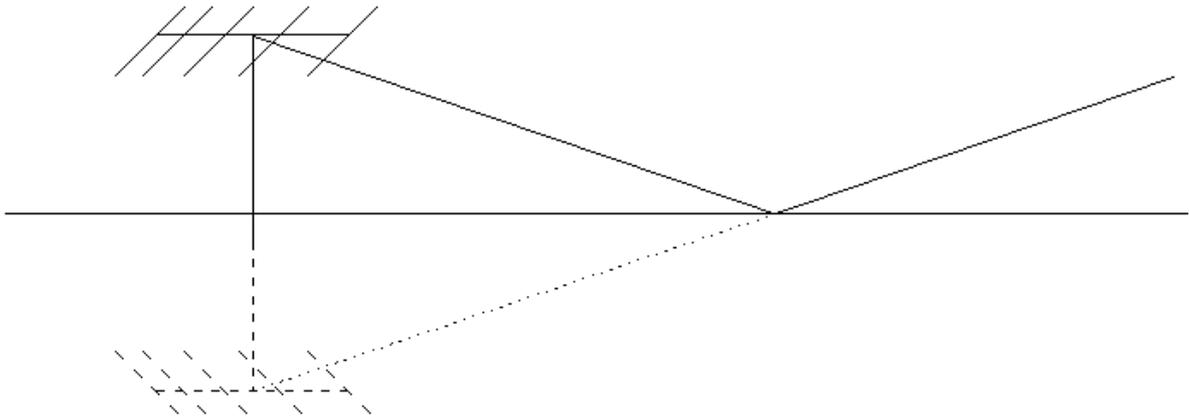
Portanto, se você quiser otimizar sua antena para um contacto em Esporádica ou reflexão por meteoro MS a 1000 Km, você quer que o máximo de ganho da sua antena esteja a 8 graus de elevação.

Para maiores informações sobre isso, visite o site abaixo:

http://www.qsl.net/w8wn/hscW/papers/ms_az_el.html

Como controlar o angulo de tiro ou elevação?

Elevar o angulo é fácil, é só levantar a ponta da antena, mas para baixar os lóbulos a coisa é diferente. Aqui vai a boa noticia. Sua antena tem um ganho adicional quando está paralela com a superfície. Isso é o GROUND GAIN. Esse ganho varia com a altura da antena ao solo e o angulo do lóbulo principal também varia.



Esse assunto é muito estudado no artigo do OZ1RH abaixo sobre ground gain e angulo de irradiação para antenas de VHF.

http://www.gsl.net/oz1rh/gndgain/gnd_gain_eme_2002.htm

Antenna heightover flat ground	App. groundgain in dB	Maximum radiationat degrees
½ onda	-1,7	13
1 onda	2,6	11
2 ondas	4,8	7
3 ondas	5,3	4,5
4 ondas	5,4	3,75
5 ondas	5,5	3
10 ondas	5,2	1,5

Para os 2 metros... a antena a 20 metros de altura... tem um angulo de tiro de 1,5 graus.

Portanto, para a nossa pergunta anterior de um contacto a 1000 km que precisava de um angulo de 8 graus, a sua antena deve estar a aproximadamente 4 metros de altura....SURPRESA.....SURPRESA.

No caso de EME se não tivermos um rotor de elevação, a antena deve ser colocada numa altura bem baixa.

Na pratica você dever ter uma antena alta e outra baixa, eu uso uma de 18el a 30 metros e uma de 12 el a 10 metros, e quando vou fazer EME eu monto um braço na torre á altura suficiente para o reflector não bater no chão.

O assunto sobre propagação em VHF, não só é fascinante como ainda um grande mistério. Manter-se actualizado ajuda a entender melhor o assunto, não que artigos de 30 anos atrás não sejam mais validos, mas

sim com os satélites que temos hoje em dia , Internet, computador, esses efeitos da natureza estão sendo cada vez mais bem entendidos.

Estou passando aqui alguns textos e sites que recomendo. As dicas práticas eu estou a passar nos comentários sobre as minhas experiências.

Uma fonte de referencia muito importante para o pessoal do Hemisfério Sul , pode ser encontrada no site do VK6KZ, grupo Australiano de VHF Dx.

http://www.users.bigpond.com/anvdg/vk6kz_bight_paper.htm

Para dados actuais das condições de propagação, eu recomendo o site do Tomas NW7US. Editor de propagação de varias revistas como a CQ-VHF, que por sinal esse mês tem um resumo interessante sobre propagação em VHF. Parte desse artigo pode ser visto na pagina da CQ-VHF , somente o mapa inicial já é fantástico de ver.

<http://prop.hfradio.org>

<http://www.cq-vhf.com/Spr04%20Propagation.html>

Também neste campo existe o site de referencia de *William Hepburn's em:*

http://www.dxinfocentre.com/tropo_nat.html

A maioria dos contactos em VHF do dia a dia, ocorre na camada da troposfera. QSO's de até 700 km são possíveis quase todos os dias. Na troposfera a propagação sempre abre das faixas mais altas 1.2GHz para baixo, 432, 144, e só depois 50 Mhz. O artigo do OZ1RH sobre como fazer contactos troposfericos de 700 km em 50MHz todos os dias é muito importante se lembrarmos que 144 MHz funciona melhor que 50 MHz nesse modo de propagação.

<http://www.uksmg.org/tropo.htm>

Voltando ao nosso trabalho de entender como os vários componentes de uma estação interagem entre si. Já chegamos no ponto de como a antena deve interagir com a propagação. Tem um único comentário sobre polarização Vertical & Horizontal nesse assunto.

Uma irregularidade ionizada, quando excitada por um sinal de VHF em uma devida polarização, se comporta como um dipolo na mesma polarização irradiando ou retransmitindo o sinal recebido. É bem conhecido o diagrama de irradiação de um dipolo, ele tem a maior intensidade perpendicular ao dipolo e um nulo ou menor irradiação nas pontas. Portanto, se sabemos que o dipolo vai estar a uma altitude entre 1 km a 100 km de altura , irradiando como um dipolo no espaço, a quantidade de energia que retorna para a terra é máxima somente para polarização horizontal, o dipolo vertical vai transmitir paralelo com a terra, e somente o que é irradiado pelas pontas é que volta para a terra. Isso resulta em uma perda de 3 a 10 dB nos sinais reflectidos usando polarização vertical.

Mas nem tudo está perdido, no caso de nuvens Es, elas não são necessariamente paralelas à terra, quando elas se formam num plano de 45° em relação a terra, a perda por polarização será de 3 db e será igual para polarização vertical ou horizontal. Por isso que muitas vezes antenas verticais funcionam bem em uma TEP, mas isso só ocorre em menos de 30% dos casos.

Já falamos o suficiente sobre como acoplar a antena à propagação, nos resta agora escolher o melhor modo analógico ou digital para cada tipo de propagação.

No caso de voz, fica claro que FM é mais legível até ao nível de 10db de sinal ruído, todo mundo sabe que ouvindo FM no carro a qualidade é melhor que AM. SSB é o modo mais usual, porem se você não está conseguindo falar em SSB, passando para CW tem a mesma eficiência e é como aumentar a potência 10 vezes . Isso é muito usado por aqui, CW salva a pátria em contactos de sinais fracos.

Hoje em dia, temos os modos digitais que são de 10 a 25 dB mais eficientes que o CW, porem são decodificados por computador, tipo PSK 31 , FSK 441 , JT6M, JT44 e JT65. Todos usam o mesmo tipo de interface entre o radio e o computador.

Qual modo digital a usar??

O PSK 31: é muito utilizado em HF e transmite um sinal de cada vez. Funciona bem, mas não foi desenvolvido para aproveitar os efeitos presentes na propagação de VHF, com o pings de meteoros ou lentos QSB de poucos segundos ou longos QSB de vários segundos.

WSJT FSK441: Esse modo foi uma evolução do HSCW (High Speed CW), que transmitia CW a uma velocidade de 3000 a 10.000 palavras por minuto. O sinal reflectido por meteoros tem a duração de 1 a 5 ou até 15 segundos em média e tem duração suficiente para conter toda a informação necessária se a informação for retransmitida centenas de vezes por segundo. O modo FSK441 funciona com um rápido QSB, mas não funciona bem com propagação constante sendo apropriado somente para reflexão de meteoros

JT44 : Devido ao sucesso do FSK441 com os quatro tons, O Joe- K1JT, resolveu testar como seria com 44 tons e adaptou o modo para EME, e isso foi um sucesso. Em JT44 o sinal é lentamente repetido por um 1 minuto. Embora o radio fique em modo SSB, com uma banda passante de 2,5 Khz, a banda passante resultante é de poucos Hz, depois de detectado pelo DSP da placa de som do PC e processado pelo software. Diferentemente do FSK441, o modo JT44 e seguintes necessitam que a estação transmissora e a receptora tenham um sincronismo na base de tempo menor que 1 segundo. Deve ser usado um padrão de tempo como a WWV "Radio Relógio Atômico", ou alguns programas que ajustam o relógio do computador pela internet, comparando-o, assim, com um relógio atômico..

JT6M: Esse modo nasceu da mistura dos dois acima. O rastro de um meteoro queimando na atmosfera, aumenta de diâmetro ao mesmo tempo que diminui de intensidade , isso implica que a frequência baixa. Em 222 MHz os pings são intensos e de curtíssima duração, em 144 eles são fortes e de duração de 1 a 5 segundos. Mas em 50MHz eles são fracos e de longa duração. O Joe aumentou o tempo de transmissão dos tons, para serem repetidos de 5 em 5 segundos, e aplicou o mesmo algoritmo desenvolvido para o JT44. O resultado foi fantástico, fizemos testes em 6 metros, com 100W usando antenas pequenas (3 a 5 elementos). Durante uma hora não conseguimos decodificar nenhum ping, quando passamos para JT6M , completamos o QSO em 10 minutos. Portanto, esse modo é muito apropriado para QSB longos e fracos. Testes feito recentemente com Es, tem provado que esse modo é muito eficiente. Durante testes realizados de W2/W3 com CN8 ficou constatado que sem nenhuma condição para SSB ou CW, o QSO usando JT6M foi realizado rapidamente. Muitos testes estão sendo feito com TROPO usando JT6M, pois combina os pings , com longos QSOs.

JT65: Aqui foi uma situação de gerar mais tons... dá....mais um pouquinho...os 44 tons foram passados para 65 e novos algoritmos de correção de erros foram acrescentados ao programa. Também foi disponibilizada a capacidade de trabalhar junto com o Espectro num programa de análise de sinais de áudio muito útil para detectar sinais fracos. É o modo digital mais actual nas várias versões, com maior utilização e que praticamente substituiu o JT44.

Todos esses programas, bem como apresentação em Power Point, podem ser conseguidos no site abaixo, TUDO DE GRAÇA uma verdadeira contribuição para o radioamadorismo.

<http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT/>

Muitos colegas tem elogiado o meu trabalho positivamente e alguns me vão perguntando....Vale a pena todo esse esforço?

Aqui vai a minha resposta, com um provérbio, muito famoso.

Estava um dia na praia e havia milhares de estrelas do mar atiradas pela maré forte da noite para o areal. Um pescador estava recolhendo uma a uma e atirando as estrelas de volta para o mar, fazia isso o mais rápido possível pois sabia que elas estavam morrendo ali.

O pai do pescador chegou e disse ao filho:

- Mas será que vale a pena o que você está fazendo....? Se matando por poucas estrelas do mar, olha os milhares que estão morrendo.....vejo isto acontecer todos os anos.

A resposta do filho do pescador foi:

Vale sim meu pai ... para essa aqui, que está na minha mão, vale e muito, VALE A VIDA DELA.

Conclusão...

Montar uma estação de VHF é muito mais do que comprar vários equipamentos e conecta-los em série, pois, mesmo usando os melhores equipamentos disponíveis, o resultado final do sistema pode ficar muito abaixo do ideal. Procure manter a perda total do cabo coaxial abaixo de 1 dB, mantenha o ganho do receptor o mínimo necessário para se notar um aumento do ruído quando a antena for conectada. Instale uma antena na altura e posição adequada para o modo que se quer fazer.

“A melhor antena é aquela que você tem, e é com ela que você vai fazer os melhores QSO's, mas nada é mais eficiente do que ligar o rádio e estar activo procurando fazer DX em VHF ”.

(*- Sim não existe engano nos 28,5 dB no NF do FT1000MP com o pré desligado é realmente muito ruim, os rádios da Icom foram otimizados para as frequências altas e tem NF perto de 5 em 28 MHz. Já os Yaesu HF foram otimizados para as frequências abaixo de 20 metros.)

Abraços

Ze Carlos
N4IS

Notas sobre o Autor do Artigo:

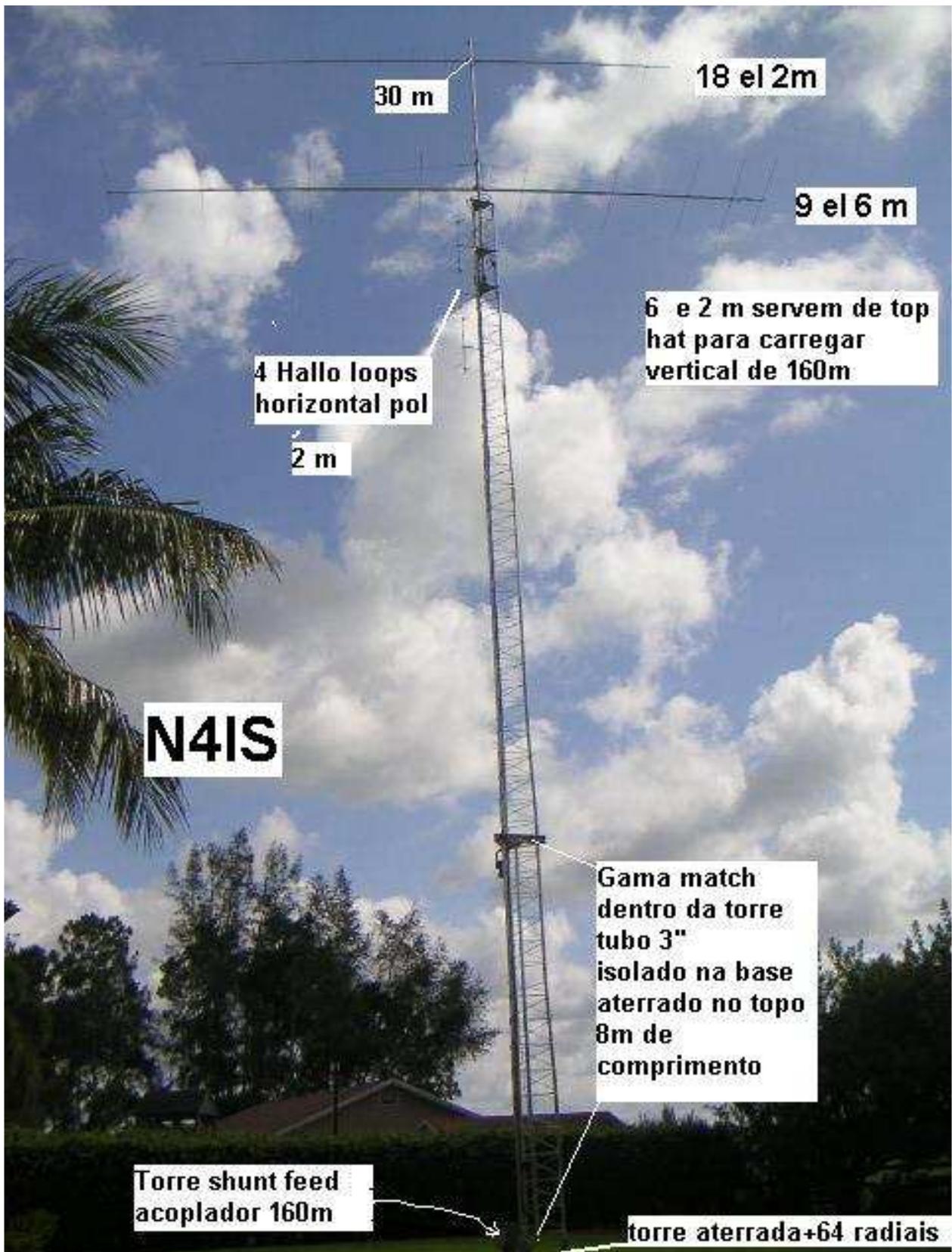
Engenheiro Electrónico, formado pela Fundação Armando Alvarez Penteado (FEFAAP) em S. Paulo - Brasil no ano de 1978. Radioamador, desde os 15 anos, sempre muito dedicado a aprender novas técnicas de comunicação. Após mais de 20 anos, operando em baixas frequências 80/160m, dedicou-se ao VHF / UHF quando descobriu o quanto era excitante trabalhar sinais fracos, ao nível do ruído, e estudar a propagação nas camadas mais baixas da atmosfera nestas bandas. Em 1998 começou a operar EME (Rebote Lunar) como PY2DP e trabalhou vários países nesta modalidade com mais de uma centena de novas estações em 144Mhz no modo CW. No final de 1999 foi profissionalmente transferido para Florida - EUA onde reside actualmente, passando a ter o indicativo N4IS. Dedicou-se totalmente ao VHF desde á 6 anos tendo trabalhado mais de 200 grids em 144 MHz e perto de 900 em 50 MHz. Sempre muito activo em sinais fracos usando os modos de propagação de MeteoScatter, Tropo e de E Esporádica. Faz parte da comunidade americana dedicada ao estudo e desenvolvimento dos Weak Signals em VHF e superiores, em especial em polarização horizontal e em SSB.

FOTOS da sua estação:



José Carlos Silva-N4IS na sua Estação na Flórida-EUA

Antenas:



Antenas descritas no artigo.



Outro conjunto de antenas dedicadas ao DX em VHF e superiores