

Entendendo Weak Signals

Por : Jose Carlos M Da Silva N4IS-PY2DP PART I

Sempre falamos em comunicação de sinais fracos, debs e weak signals. Mas realmente o que define um sinal fraco, ...o que não é forte.. que é pequeno...não meche o S meter..., certamente se pretendemos preparar uma estação para weak signals devemos saber se o é necessário para fazer isso.

Vou fazer um resumo pratico do que é mais importante saber nesse assunto. Se o colega quiser detalhes mais completos recomendo o livro do Ian While G3SEK, THE VHF/UHF DX BOOK.

Isso é muito importante porque vemos uma estação trabalhando um dx e outra estação semelhante não tendo o mesmo sucesso. É muito facil culpar a localização e ou o operador , mas isso não é necessariamente verdade. Na maioria das vezes as parte necessarias são simplesmente conectadas entre si sem realmente enterdermos como elas vão interagir entre elas. Na verdade muitas estações nunca trabalharam corretamente. O radiador nem suspeita que tem alguma coisa errada porque na verdade nunca entendeu os resultados que deveria obter com sua estação.

Porque os resultados nos outros paises parecem tão diferentes? Vamos verificar isso.

Em uma comunicação entre A e B temos os seguintes componentes

- 1 - Informação a ser transmitida pelo modulador,..... TXMOD
- 2 - Energia entregue a antena e a antena transmissoraTXANT
- 3 - Caminho percorrido pelo sinal propagação.....PATH
- 4 - Antena receptora.....RXANTENA
- 5 - Pre amplificador.....FRONTEND
- 6 - Receptor e demodulador.....RX
- 7 - Recebimento da mensagem , ouvido humano ou computador.....RXDEMODO.

É mais simple explicar os modulos acima começando pelo objetivo final O ouvido humano.

Relação sinal ruido , o que realmente conseguimos escutar?

A habilidade de copiar um sinal fraco depende da relação sinal ruido, é simplesmente a diferença entre o sinal recebido e o ruido presente na saída do receptor ou “ noise floor “. A habilidade de escutar varia para cada pessoal mas de maneira geral podemos disser que para copiar-se um sinal em SSB o sinal tem que estar 3 db acima do ruido. Na pratica isso depende do tipo de modulação utilizada. Vamos considerar todos os 7 blocos acima como constantes e vamos varia o modo usado.

Qual seria relação sinal ruido necessaria para se copiar o DX que estamos tentando trabalhar?

MODO Min sinal acima do ruido. Banda passante

FM.....10 db.....15 khz
AM......6 db......5 khz
SSB......3 db......2.5 khz
CW......0 db100 Hz

-----Limite do ouvido humano , abaixo já é o computador na realidade se usa olho humano

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

Pela tabela acima poderia se chegar a conclusão que FM não é um modo adequado para DX em VHF. A realidade é muito longe disso, FM permite o maior nível de legibilidade de um sinal, um sinal de 10db acima do ruído é muito mais fácil de copiar em FM do que AM SSB e mesmo CW. O problema com FM que abaixo desse nível o discriminador rapidamente PARA de funcionar, entregando ao autofalante somente ruído. Essa característica é muito usada para ajustar o Noise Figure dos preamplificadores quando não se tem o equipamento adequado. Tem muito DX em FM e é um modo muito usado.

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

A resposta é simples „SEGURANÇA DE VOO.. o AM é o único modo que permite demodular várias 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 modulador. Se fosse SSB qualquer diferença de frequência seria difícil de entender o sinal mais fraco.

A recepção de CW pode variar, e conforme a pessoa, é possível copiar sinais bem abaixo de 0db.

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 “random 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 fórmula 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 Kelvin
 B é a banda passante.

Qual o ruído gerado por um resistor a temperatura ambiente?

Da para notar que na fórmula acima o valor do resistor não entra. O resultado para uma banda passante de 2.5 khz seria de $Pr=1 \cdot 10^{-27}$ W. Usando a lei de Ohm para calcular a tensão dá 22.4 nV sim isso mesmo NANOVOLTS

Portando o mínimo sinal que podemos receber a temperatura ambiente com uma banda passante de 2.5 khz é de 22.4 nV

Na prática a sensibilidade de um receptor é limitada pelo ruído que o receptor gera internamente. O modo mais simples de definir a sensibilidade é NOISE FIGURE ou NF. Imagine um receptor ideal com ruído zero conectado a uma resistência na temperatura ambiente. Adicione um Preamplificador. O NF seria quanto o ruído iria aumentar devido ao ruído interno do preamplificador. Porém os fabricantes gostam de definir tudo por “Noise Floor” ou MDS, menor sinal detectado, medido em potência DBm.

Isso confunde muito , porem aqui vai a solucao . 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=9db

Aqui vai alguns valores para os radios mais comuns de VHF em 144 Mhz tudo em db

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

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

Nada vem sem custo, se adicionar um preamplificador de 1db NF na entrada de um IC746, duas coisas vão acontecer ao mesmo tempo , a primeira é que vamos aumentar a sensibilidade e a segunda é que diminuímos a capacidade de receber um sinal fraco na presença de um sinal forte ou na prática diminuímos o IP3. A coisa funciona assim , o ganho do preamplificado praticamente se subtrai do IP3 do receptor.

Na prática, para uma localidade rural, o IP3 só seria problema com a presença de sinais de repetidoras locais, no caso de um site tipo montanha , com uma torre com estações comerciais, você estaria frito, um valor aceitável para contestes e operação em locais de pouco ruído seria 0 db de IP3., se você morar perto da Paulista , provavelmente você vai precisar de uns 60db de IP3 para não sofrer saturação ou desestabilização 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 pre desligado tem um NF de 12 e um IP3 de 1.5 , se adicionarmos um pre de NF=04db com um IP3 out de 20db o sistema ficaria com um NF = .78 db e com um IP3 de -23db , com o pre interno ligado NF=-29db. o que seria um péssimo receptor para conteste, ou na presença de outros sinais fortes, como estações comerciais , TV, FM etc.

O uso de transverter com um receptor de HF é largamente empregado por esse motivo, você consegue um NF baixo com um IP3 auto. Na prática isso também não é simples pois usando um receptor de HF como IF em 28 Mhz, temos que saber quanto é o NF e o IP3 do mesmo em 28 Mhz.

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

Vamos rever um caso de um FT1000MP e um transverter com NF=1db IP3= 17 db ,sem pre externo.
Em 28 Mhz o MP tem um NF = 21.8 db com IP3 = 2... isso mesmo 2 ...24db é abaixo de 14 Mhz com o pre ligado (tipo Tuned) o NF= 6 e o IP3 fica -9 db. O NF do sistema fica em

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

Portanto um tranverter e um radio de HF para IF, funciona bem somente se o radio tiver um NF nemor que 10db com um IP3 de 20db e isso , muito é dificil de encontrar.

Imagine um pre na frente de um transverter com um receptor ruin em 28 Mhz. O IP3 vai para -50db!!!!

A solucao é usar o minimo ganho possivel na entrada com uma IF mais robusta possivel.

Mas qual é na pratica a sensibilidade do receptor que eu preciso para fazer Dx em VHF??