

Comprender las señales débiles

Por: José Carlos M Da Silva N4IS 21/03/2011

Siempre hablamos de comunicación de señal débil, débil y débil. Pero, ¿cómo se define realmente una señal débil? lo que no es fuerte... lo que es pequeño... lo que no mueve el medidor S`... Ciertamente, si pretendemos preparar una estación para señales débiles debemos saber qué es necesario para hacerlo.

En este artículo, proporcionaré un resumen práctico de lo que es más importante saber sobre este tema. Sin embargo, si quieres más detalles, te recomiendo el libro de Ian While-G3SEK, "THE VHF/UHF DX BOOK".

Esto es muy importante porque vemos una estación trabajando en DX y otra estación similar no teniendo el mismo éxito. Es muy fácil culpar a la ubicación o al operador, pero eso no es necesariamente cierto. La mayoría de las veces, las partes de la estación VHF simplemente están conectadas entre sí, pero no entendemos realmente cómo interactúan entre sí. De hecho, muchas estaciones nunca funcionaron correctamente y el radioaficionado no sospecha que haya algo mal, porque en realidad nunca entendió los resultados que podía obtener con su estación.

¿Por qué los resultados en otros países son tan diferentes? Veamos esto.

En la comunicación entre A y B tenemos los siguientes componentes

- 1 – Información a transmitir por el modulador,..... TX MOD
- 2 – Energía entregada a la antena y antena transmisora.....TX ANT
- 3 – Camino seguido por la señal (propagación).....TRAY
- 4 – Antena receptora.....ANTENA RX
- 5 – Preamplificador.....EXTREMO DELANTERO
- 6 – Receptor y demodulador.....RX
- 7 – Recepción del mensaje, oído humano o computadora.....RX DEMOD.

Es más sencillo explicar los módulos anteriores empezando por el punto final: el oído humano.

Relación señal ruido.

¿Qué podemos escuchar realmente?

La capacidad de copiar una señal débil depende principalmente de la relación señal-ruido, que es simplemente la diferencia entre la señal recibida y el ruido presente en la salida del receptor o lo que llamamos el "ruido de fondo". La capacidad auditiva humana varía de persona a persona, pero, en general, podemos decir que para copiar una señal en SSB, la señal debe estar al menos 3 dB por encima del ruido de salida del receptor. En la práctica esto depende del tipo de modulación utilizada. Como experimento, consideraremos los 7 bloques anteriores como constantes y solo variaremos el modo de modulación utilizado.

¿Cuál sería la relación señal-ruido mínima necesaria para copiar el DX con el que intentamos trabajar?

MODO Señal mínima por encima del ruido. banda de paso

FM.....10 dB.....15 kHz

AM.....6 dB.....5 kHz

BLU.....3 dB.....2,5 kHz

CW.....0 dB100 Hz

Por debajo del límite auditivo del oído humano comenzamos a utilizar la computadora en modos digitales.y en realidad, en lugar del oído, se utiliza el ojo!

PSK31.....-10 dB.....10 Hz (no estoy seguro de este número)

FSK441.....-10 dB.....2.5 KHz

JT44.....-20 dB.....2Hz

JT65.....-25 dB.....1Hz

Analizando la tabla anterior, se podría llegar a la conclusión de que FM no es un modo adecuado para DX en VHF.

¡Pero la realidad está muy lejos! FM permite el nivel más alto de legibilidad de una señal y una señal 10 dB por encima del ruido es mucho más fácil de copiar en FM que en SSB o incluso en CW. El problema con la FM es que por debajo de este nivel el circuito demodulador llamado "discriminador" DEJA rápidamente de modular la señal IF, entregando solo ruido al altavoz. Esta característica se utiliza a menudo para ajustar la "Figura de ruido" de los preamplificadores cuando no se cuenta con el equipo adecuado. Puedes hacer mucho DX usando el modo FM.

En otros modos, el modulador todavía funciona con señales por debajo de 10 dB, pero, por ejemplo, si se demuestra que SSB es mejor que AM, ¿por qué se usa AM en todo el mundo en la aviación civil? ¿No sería mejor usar FM o SSB?

La respuesta es simple ..SEGURIDAD en VUELO.. AM es el único modo que permite demodular varias estaciones al mismo tiempo, por lo tanto si dos aviones llamaran a torre al mismo tiempo en la misma frecuencia, el operador de torre va escuchar las dos al mismo tiempo. Pero, si el modo utilizado fuera FM, sólo la señal más fuerte pasaría por el demodulador. Si fuera SSB, cualquier diferencia en las frecuencias de las dos estaciones haría muy difícil la recepción de la señal más débil, prevaleciendo sólo el audio de la señal más fuerte.

La capacidad de recepción de CW varía mucho. Un operador normal recibe en promedio señales cercanas al nivel de ruido, que sería de 0dB, pero algunos operadores privilegiados son capaces de copiar señales por debajo de este, llegando hasta -3 db. En casos extremos, se ha demostrado la decodificación de telegrafía a -10 dB, debido al hecho de que algunos operadores tienen una mayor sensibilidad auditiva cuando escuchan la señal CW entre 300 Hz y 400 Hz. Otros todavía tienen un pico de audición a una señal de 200 Hz.

Un punto muy importante cuando se habla de ruido es la banda de paso. El ruido siempre es causado por electrones en movimiento. Un conductor eléctrico tiene electrones que se mueven aleatoriamente debido a la temperatura. Este movimiento aleatorio de electrones da como resultado una fluctuación en la corriente, que se detecta como ruido aleatorio.

Cualquier temperatura por encima del cero absoluto provoca ruido eléctrico en un conductor. La temperatura absoluta se mide en grados Kelvin K. Para convertir grados centígrados a Kelvin, basta con sumar 273,16.

La fórmula básica para el ruido es

$$Pr = K \times T \times B$$

Pr es la potencia del ruido en W

K es la constante de Boltzman $1,38 \times 10^{-23}$.

T es la temperatura en Kelvin

B es la banda de paso.

¿Cuál es el ruido que genera una resistencia a temperatura ambiente?

Se puede observar que en la fórmula anterior la potencia del ruido no depende del valor de la resistencia, el resultado para una banda de paso de 2,5 kHz sería $Pr = 1 \times 10^{-27}$ W. Usando la ley de Ohm para calcular el voltaje a través de la resistencia, llegamos a un valor de 22,4 nV... así es, ¡NANOVOLTS!

Por tanto, la señal mínima que podemos recibir a temperatura ambiente con una banda de paso de 2,5 kHz es de 22,4 nV

En la práctica, la sensibilidad de un receptor está limitada por el ruido que genera internamente el receptor. La forma más sencilla de configurar la sensibilidad es "FIGURA DE RUIDO" o NF. Imagine un receptor ideal sin ruido y conectado a una resistencia a temperatura ambiente. Luego agregue un preamplificador, y el NF del preamplificador en dB sería igual al aumento en dB del ruido en la salida del receptor. Es muy común medir la calidad de un preamplificador por el NF más bajo.

Sin embargo, a los fabricantes les gusta especificar los receptores utilizando una medida llamada MDS (Señal más pequeña detectada), medida en potencia dBm.

Esto confunde mucho la comparación entre receptores, pero aquí está la solución:

Para comparar receptores que utilizan MDS primero debemos comprobar la banda de paso. Por ejemplo, ARRL usa 500 Hz y RSGB usa 2,5 KHz. Usando una banda de paso $BW = 500$ HZ, el NF se calcula usando la siguiente fórmula:

$$NF = 147 - MDS$$

Un receptor con un MDS de -138dBm presenta una "Figura de Ruido" de:

$$147 - 138 = 9 \text{ dB } NF = 9 \text{ dB}$$

A continuación se muestran algunos valores para los radios VHF más comunes en 144 MHz.

Radio NF (Pre Rx encendido) IP3

IC910 5 dB -6,4

IC746 PRO 5db -3.1

IC746 8dB -2,4

FT847 5db -19

IC-706 5db -16

¿Y cuál es la sensibilidad de un transversor, o cuál sería la sensibilidad final del sistema si se agrega un preamplificador delante del transversor?

Nada es gratuito, si añadimos un preamplificador NC de 1dB a la entrada de un IC746 sucederán dos cosas al mismo tiempo: se aumentará la sensibilidad y se reducirá la capacidad de recibir una señal débil en presencia de una señal fuerte (desensibilización), lo que en la práctica significa que reducimos el valor IP3.

Funciona así, el IP3 final del sistema será igual al valor de IP3 del receptor reducido por el valor de ganancia del amplificador también medido en dB.

En la práctica, en una zona rural, IP3 sólo sería un problema con la presencia de señales de repetidores locales. Por ejemplo, si un radioaficionado operara en una montaña donde hay una torre con estaciones comerciales y repetidores VHF, cualquier receptor con un IP3 bajo sufriría saturación y desensibilización, impidiendo la recepción de señales débiles, además de la presencia de varias señales resultantes del intercambio en la etapa de entrada del receptor.

Un valor aceptable para concursos y operaciones en lugares de bajo ruido sería 0 dB de IP3. Con este valor podríamos trabajar con señales débiles en presencia de señales locales de otras estaciones fuertes. Por tanto, la ubicación de la estación es un factor muy importante. Por ejemplo, si un radioaficionado vive cerca de una estación de TV (500 KW), probablemente necesitaría un receptor con alrededor de 60 dB de IP3 para evitar la saturación o la desensibilización del receptor.

Pero, ¿cómo calculamos la cifra NF del sistema?

Este es el punto principal y muy importante para entender el rendimiento de una estación VHF DX.

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

T_{sys} es la temperatura del sistema en grados Kelvin; para calcular el valor de NF utilizamos la siguiente fórmula.

$$NF = 10 \log (1 + (T_{sys}/290))$$

Un IC746 con el pre apagado tiene un NF de 12 dB y un IP3 de 1,5, si añadimos otro pre en la entrada del receptor con NF=0,4dB y un IP3 de 20dB, el sistema final tendrá un NF de 0,78 dB , y con un IP3 de -23 dB, lo que lo convertiría en un pésimo receptor para concurso, pero este receptor tendría buena sensibilidad para DX en VHF.

El uso de un transversor VHF con un receptor HF es muy utilizado por este motivo, el radioaficionado puede conseguir un sistema con bajo NF y un IP3 automático al mismo tiempo. Pero en la práctica esto no es tan sencillo, porque si se utiliza un receptor de HF como IF a 28 MHz, es necesario conocer el NF y el IP3 de la entrada del receptor a 28 MHz.

Hoy en día es muy común hablar de la nueva radio de Icom o Yaesu con 40 db de IP3, pero es importante saber para qué frecuencia se midió. El IC7800 tiene un IP3 de 37db a 80 metros con el pre apagado, pero a 50MHz con el pre 2 encendido tiene un IP3 de solo -4.4dB con un NF=5dB a 50MHz, que es muy similar a un IC746, y bajar a un buen sistema con transverter.

Analicemos el caso de un FT1000MP y un transversor con NF=1dB IP3= 17 db, sin el uso de un pre externo. A 28 MHz el Ft1000MP tiene un NF = 21.8 db con IP3 = 2...así 2....24dB es para 14 MHz, y con el pre RX conectado (tipo Tuned), tendrá NF = 6 e IP3 = -9 db .

El sistema NF está en:

PreMP NF IP3

Apagado 5.2 -16

PISO 2.5 -16

Sintonizado 2.1 -30

Por tanto, utilizando un transversor y una radio HF a IF, el sistema sólo funciona bien si la radio tiene un NF inferior a 10dB, y un IP3 de 20dB en la frecuencia utilizada como IF, pero este rendimiento es muy difícil de encontrar en una radio. a 28MHz.

Imagínese un preamplificador con 20db de ganancia frente al sistema descrito anteriormente usando el preamplificador MP en la posición Tuned con -30db de IP3, el IP3 final del sistema disminuiría a -50db.!!!!

La solución es utilizar la mínima ganancia posible en la entrada con el IF más robusto posible.

Pero, en la práctica, ¿qué sensibilidad debe tener el receptor para hacer DX en VHF?

La sensibilidad de un receptor está limitada al ruido total que recibe la antena. Viendo el ruido recibido por la antena como una equivalencia al ruido producido por una resistencia a la entrada del receptor, a una temperatura medida en grados Kelvin, podemos concluir como aceptable que la sensibilidad del receptor es igual a la temperatura más baja equivalente al ruido que recibe la antena. No encontraremos ninguna mejora en la relación señal-ruido si la sensibilidad del receptor es mayor que el nivel de ruido local.

En la práctica, teniendo en cuenta únicamente el ruido atmosférico, y no el ruido provocado por los equipos eléctricos (ruido artificial), podemos afirmar que para las comunicaciones terrestres los valores más habituales para una ubicación rural son los siguientes:

Banda Temperatura equivalente NC

50MHz 4000K 12dB

144 MHz 200 K 2,2 dB

432 MHz 150 K 1,8 dB

Por tanto, para 6 metros, la mayoría de transceptores modernos tienen una sensibilidad más que adecuada, y el uso de un pre externo no mejora la relación señal-ruido, ya que el valor final del sistema quedaría muy por debajo de los 4000K que encontramos en el Salida de una antena de 6 metros.

Hablaremos más adelante sobre el ruido local "ruido artificial", pero antes presentaremos el concepto final de cómo medir la sensibilidad de un sistema de manera más eficiente. Este concepto se llama:

Sensibilidad efectiva del receptor o simplemente "ERS"

No confundir con una medida muy conocida y, en general, muy fácil de entender: ERP, o Potencia Radiada Efectiva. Un transceptor con una salida de 100 W y que utiliza una antena de 10 dBd (relación sobre un dipolo estándar en el espacio), tiene una potencia ERP de $10 \times 100 = 1000$ W sobre un dipolo. Dejar todo en dB facilita los cálculos, por lo que solo tenemos que sumar o restar.

$ERP (dBW) = \text{Potencia del transmisor} - \text{pérdida del cable} + \text{ganancia de la antena}.$

Del lado del transmisor utilizamos la unidad de medida dBW, que es logarítmica, duplicar la potencia aumenta el valor en dBW en 3 dB y cada aumento de 10 dB representa multiplicar la potencia por 10. Si escuchamos una señal S9 + 5 dB y la emisora que si estamos recibiendo aumenta la potencia de 100W a 1KW, la señal recibida aumentará en 10dB, pasando a S9+15dB. Cada unidad S representa aproximadamente 6 dB. El ERP es muy importante cuando la señal y el nivel de ruido son débiles, entonces con otros 3 dB puedes salir del ruido duplicando la potencia.

Del lado del receptor definiremos ERS, que es la sensibilidad efectiva del receptor. Comprender los términos ERP y ERS facilita saber cómo se comporta la comunicación entre dos puntos, "A" y "B". La señal recibida en "A" se mide por ERS y la señal transmitida en "B" se mide por ERP. Estimando la atenuación del camino entre el punto geográfico "A" y el punto geográfico "B", medida en dB, podemos

determinar la calidad de la comunicación entre estos dos puntos. Este valor representa la apertura o propagación, la cual no podemos controlar, pero sí podemos mejorar el ERP y ERS de nuestra estación.

Ahora podemos definir mejor la sensibilidad necesaria para trabajar DX en VHF. También sabemos que la sensibilidad está limitada por la relación señal-ruido y que está definida por la siguiente ecuación.

Relación señal-ruido (dB) = ERP – ERS – atenuación entre "A" y "B" (propagación)

¿Qué podemos mejorar en la estación para escuchar y recibir mejor las señales DX en VHF?

Según la ecuación anterior, la propagación se define por la atenuación en dB entre los puntos A y B y no está bajo nuestro control. Podemos controlar los otros dos términos; del lado del transmisor podemos aumentar el ERP y del lado del receptor tenemos el ERS, que estudiaremos a continuación.

La ERS se puede calcular mediante la siguiente fórmula que, aunque pueda parecer complicada, merece nuestra atención. Principalmente analizando el resultado, que nos ayudará a responder la pregunta anterior.

ERS = $10 \log \{ k (T_{rx} + T_{ant}) B \}$ (dBW) – (ganancia de antena Rx, DB i).

Dónde :

"k" es la constante de Bolzan $1,38 \cdot 10^{-23}$ elevado a -23

"B" es la banda de paso

"Trx" es la cifra de ruido + pérdida del cable en dB, convertida a temperatura.

"Tant" es el ruido que recibe la antena en todas direcciones convertido en temperatura.

"Rx – ganancia de antena" es la ganancia frontal de la antena receptora.

Tenemos una constante "k" multiplicada por "T" y también multiplicada por el ancho de banda del receptor "B". Vemos aquí que el modo utilizado en la comunicación influye directamente en la calidad de la señal a ruido. Por ejemplo, el modo CW es más eficiente que el SSB, debido a que en este modo podemos utilizar una banda de paso más estrecha (hasta 50 Hz), mejorando en consecuencia la relación señal-ruido. Si utilizamos la misma banda de paso para ambos modos, (2500 Hz), no tendremos ninguna mejora en la relación señal-ruido.

Lo que debemos saber de esta fórmula es que la ANTENA aporta dos valores directos y que la PERDIDA DEL CABLE TIENE LA MISMA IMPORTANCIA QUE LA SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR.

La antena del receptor aporta dos valores muy importantes a la ecuación de la relación señal-ruido. Al valor "G" de la ganancia directa y al valor "T" lo llamamos temperatura de la antena, que se define por la suma de todos los lóbulos en todas direcciones, ya que todos contribuyen a la recepción del ruido. T" es la temperatura relación de ganancia de la antena, y este valor, en la práctica, sólo puede calcularse por computadora y está disponible en el trabajo VE7BQH, que se puede encontrar en varios sitios web. Este trabajo ayuda al radioaficionado a elegir el mejor diseño de antena.

Entendamos mejor este tema. Una antena unidireccional recibe ruido de todos los lados, tanto del bucle vertical como del horizontal. La ganancia en la dirección de la señal recibida es la unidad, pero la antena es extremadamente ruidosa. La antena vertical se considera la peor opción para recibir señales débiles, pero si apilamos 4 verticales, ¿podremos conseguir alguna mejora...? La ganancia mejora hasta 9 dB y esta ganancia es la misma en todas las direcciones, sin embargo la temperatura de la antena permanece prácticamente igual y la señal recibida se sumará al ruido atmosférico proveniente de todas las direcciones.

Es lógico que una antena unidireccional tenga sus usos y por eso la utilizamos, porque al ser unidireccional no tenemos que preocuparnos de orientarla en la dirección en la que se recibe la señal. Por ejemplo, me gusta mucho comunicarme con muchos amigos durante la mañana usando 144

MHz, pero todos los involucrados están ubicados en diferentes direcciones. En este caso, necesitaba apuntar la antena a cada ubicación particular para obtener la mejor recepción. Sin embargo, cuando la antena apuntó a un lugar, los otros colegas no pudieron copiar mi señal.

Actualmente estoy usando una antena con muy buen G/T a 30 metros de altura, pero terminé perdiendo muchas señales DX cuando la antena direccional no apunta en la dirección DX correcta. Como solución, tuve que hacer un arreglo con 4 bucles apilados y colocarlo a 18 metros de altura. Para los contactos locales fue una gran solución, puedo escuchar a todos al mismo tiempo sin ningún problema.

La ganancia de los bucles apilados estaba cerca de 9 dB... ¡Una belleza! En la primera apertura de propagación esperaba poder copiar las señales DX provenientes de direcciones diferentes a las que apuntaba la antena. Mi antena a 30 metros y con 15 dB de ganancia debería funcionar 6 dB mejor que la de 4 bucles, pero SORPRESA.... En la primera apertura Es del año, pude, en Yagi, copiar las estaciones DX con S2 y S3; y para un DX, estas señales eran muy fuertes. Sin embargo, usando los loops... nada, NADA, NADA..... recién cuando la señal DX llegó a S9 en el Yagi comencé a escuchar la estación. Y hay que considerar que ese día no tuvimos ningún ruido local, estaba en silencio, ya que había llovido y no había línea eléctrica QRM.

Los loops fueron una inversión costosa y en este caso completamente inútiles ya que sólo funcionan para el chat local. También hice la prueba a la inversa, transmitiendo con el loop y recibiendo con el Yagi, y me escucharon muy bien demostrando que la ganancia de 9 db era correcta.

La conclusión es que, si queremos tener éxito con señales débiles, es recomendable que tengamos una antena moderna, diseñada por ordenador con programas creados después de los años 90, o lo más actual posible.

¡EVITAR PROYECTOS ANTIGUOS TANTO POSIBLE!

Imagínense lo difícil que era diseñar una antena hace 20 o 30 años... todo era cortar – medir – intentar de nuevo – cortar medir – intentar de nuevo..... Fue un trabajo inmenso y hay que darle valor a los pioneros que trabajaron tan duro para que pudiéramos tener las primeras antenas con buen rendimiento.

Hoy en día un programa con YO puede simular más de 2000 modelos en unos pocos segundos, pero aun así, algunas antenas M2, por ejemplo, aunque utilizan ordenadores modernos, requirieron meses de trabajo para alcanzar su rendimiento actual.

Pero, ¿qué antena deberíamos utilizar? ¿Es demasiado cara?

La mayoría de las estaciones en Florida utilizan antenas M2, ya sea de diseño K1FO o DJ9BV. El mejor sitio web para diseños de antenas es el siguiente.

<http://www.ifwtech.co.uk/q3sek/diy-yagi>

Es fácil hacer una antena VHF, pero para que funcione correctamente hay que reproducir todos los detalles al milímetro.

Volviendo a nuestro tema inicial de ERS, todavía no hemos respondido completamente a la pregunta inicial: ¿Qué podemos mejorar en la estación para escuchar y recibir mejor las señales DX en VHF? En este caso ya sabemos lo que representa la antena, pero recuerda lo que siempre dicen los veteranos:

“PARA TENER UNA ESTACIÓN BIEN MONTADA DEBES GASTAR EL 10% EN RADIO Y EL 90% EN ANTENA”

Se trata de una cuestión de “Física elemental” y no de simples consejos o publicidad de un fabricante de antenas. Otro elemento tan importante como el NF de tu radio, que puede haber costado más de 1000 dólares, es el cable coaxial de la antena con los conectores utilizados.

Empecemos por los conectores, los más utilizados son dos: tipo “N” y PL259, también conocido como UHF o simplemente “conector de antena de radioaficionado”. El conector “N” fue diseñado para no

permitir fugas de señal o en la banda de 1 GHz tiene una atenuación de 0.01 dB a 1 GHz y ~0.005 a 144 MHz. En la práctica, cuando el conector "N" está soldado al coaxial cable, tiene una pérdida de 0,05 dB. El conector UHF tiene una pérdida de 0,1 dB.

El valor de pérdida de TODOS los conectores, más la pérdida del cable, se suma al NF del receptor. Por ejemplo:

4 conectores x .01 = 0.4dB más la atenuación de 30 metros de cable RG 213 = 1 dB TOTAL 1.4 dB

Sumar este resultado a un receptor con NF = 5 dB da como resultado uno con NF = 6,4 dB. Pero si el receptor tiene un NF de 2 dB, el sistema tiene 3,4 dB.

En teoría, esto suena muy bonito, pero en la práctica, si una gota de agua entra en un conector, la atenuación pasa de 0,1 a 0,5 para un solo conector. Esto multiplicado por el número total de conectores supone una gran pérdida de sensibilidad. Y si sigue entrando agua al cable la cosa pasa a - 3 dB... lo que equivale a media unidad "S", lo cual es muy difícil de detectar. Sin embargo, la posición estacionaria de la antena "SWR" cambia poco, ya que la atenuación no cambia la impedancia del cable.

¡¡¡ESTÁS SORDO Y NI SIQUIERA TE DAS CUENTA!!!

La solución es proteger el conector mediante cinta vulcanizada autofusión con SCOTT 23, además de evitar el uso de tubos termorretráctiles, con o sin pegamento, ya que no protegen la entrada de agua al conector.

¿Cómo saber si la emisora VHF se está quedando sorda?

Puede resultar complicado si el radioaficionado no utiliza una antena moderna con elementos aislados del boom... En las antenas modernas lo más habitual es utilizar un balun coaxial 4:1, yendo de 50 a 200 ohmios y alimentando un cable plegado. dipolo aislado del boom. En este caso es posible medir la resistencia de aislamiento del cable en el extremo que llega a la radio. Para la medición es necesario utilizar un Multímetro que alcance los 200.000 M ohmios. Hoy en día puedes encontrar estos productos a buen precio, pero antes de comprarlos recuerda que los de 20.000 M ohmios no son adecuados.

El cable debe tener un aislamiento superior a 200.000 M ohmios, una sola gota de agua es suficiente para bajar este valor a 180.000 o 150.000. Sin embargo, si llega a menos de 20.000 M ohmios, se debe reparar el cable. Por ejemplo, tengo la costumbre de cortar anualmente el conector del cable CELLFLEX 7/8 y volver a conectarlo. En general, este procedimiento reduce la atenuación en 0,5 dB. Así es, la atenuación en un cable de uso prolongado se centra cerca de los conectores, por donde siempre entra agua con el paso de los años.

Mantener una estación DX para VHF es mucho trabajo, y si el radioaficionado quiere mantener su sistema funcionando según lo planeado, el trabajo es constante.

Para conocer el ruido que recibe el sistema, debes hacer lo siguiente: conectar la salida de radio a una carga fantasma, conectar un voltímetro AC a la salida del altavoz y apagar el AGC, luego de eso, debes ajustar el nivel de ruido para una lectura. de aproximadamente el 2% de la escala del voltímetro. Luego simplemente conecte la antena en lugar de la carga fantasma. Cada vez que la lectura de ruido duplica su valor, el ruido aumenta en 3 dB. Luego puedes hacer un pequeño gráfico del nivel de ruido local.

Para un QTH rural, el nivel medido difícilmente se acercará a los 2 dB, pero lo normal es que esté por encima de los 5 dB. En la práctica, si el ruido aumenta cuando se conecta la antena, el receptor ya tiene suficiente sensibilidad para su ubicación. En la mayoría de los casos, las radios nuevas con NF cercano a 5 dB son perfectamente adecuadas.

Ahora sabemos con más detalle cómo influye una antena en una estación VHF. Las antenas modernas se miden no sólo por la ganancia, sino por el ruido total que recibe junto con la señal deseada. En general, hay un aspecto más importante a tener en cuenta a la hora de elegir el proyecto: DX en VHF utiliza un pequeño segmento al inicio de la banda de 2 metros, entre 144.000 y 144.340, y las antenas modernas ya están optimizadas para el mejor rendimiento en este rango del segmento. Para cubrir el segmento de FM, la antena necesita una banda de paso más grande. Por ejemplo: la antena M2 de 5

wl o la 18xxx no funcionan bien por encima de 145 MHz. La antena M2 de 9 elementos tiene un modelo para SSB y otro para FM.

Elegir la antena adecuada es un buen comienzo. Debemos tener en cuenta que una antena no cambia la sensibilidad de su receptor. El NF del receptor sigue siendo el mismo, pero la ganancia de la antena y el G/T tienen una gran influencia en la sensibilidad efectiva del receptor, además del cable y los conectores.

Sin embargo, es muy fácil arruinar el rendimiento de una estación montando la antena en el lugar equivocado de la torre.

Una antena Yagi funciona mediante las señales reflejadas por todos los elementos directores y el reflector añadido al elemento excitador "DRIVEN ELEMENT". Todo el cuerpo metálico dentro del área de captura de la antena, de una forma u otra, refleja las señales que se irradian, pasando a formar parte de la antena.

PARA EVITAR ESTE PROBLEMA, NINGÚN CUERPO METÁLICO CON LA MISMA POLARIZACIÓN QUE LA ANTENA PUEDE ESTAR DENTRO DEL ÁREA DE CAPTURA, INCLUYENDO EL CABLE DE ALIMENTACIÓN.

Un Yagi vertical sólo se puede montar en un mástil metálico horizontal, o la antena debe montarse completamente delante del mástil. El mástil en el medio de la antena con la misma polarización simplemente destruye el diagrama de radiación. La ganancia cae y los lóbulos laterales crecen mucho. El resultado acaba siendo casi el mismo que el de una antena vertical unidireccional.

La regla práctica utilizada para evitar la interacción entre antenas de una misma torre es la siguiente: mantener una distancia de al menos la mitad del brazo de la antena de mayor frecuencia. Para antenas de 144 MHz de más de 6 metros, utilice la mitad de la distancia de apilamiento ideal.

Este cuidado es muy importante y se puede estudiar más a fondo en la página web que aparece a continuación, recomiendo prestar mucha atención a este asunto.

<http://www.ifwtech.co.uk/q3sek/stacking/stacking2.htm>

Volviendo al tema principal sobre la comprensión de los aspectos importantes en la comunicación de señales débiles entre dos puntos, ya hemos estudiado la capacidad auditiva, los modos de transmisión, la relación señal-ruido, la eficiencia del sistema receptor (incluida la antena), y ahora nos dirigimos al camino a seguir por la señal "Path".

Aquí, en la práctica, la teoría es diferente...

Para que se realice el contacto tenemos que conocer los 3 ingredientes básicos de la propagación. En primer lugar, tenemos que tener una irregularidad en la atmósfera, en segundo lugar, tenemos que tener ionización de esta irregularidad y, en tercer lugar, y lo más importante, tenemos que saber dónde está esta irregularidad!

Aquí, en la práctica, la teoría es realmente diferente! El radioaficionado tiene que hacer llegar su señal a la región de irregularidad para que la señal pueda reflejarse allí. De hecho, tenemos dos variables: la dirección de la antena y el ángulo de elevación con respecto al suelo.

¡Una buena antena VHF en la dirección equivocada es inútil! Obtener la dirección correcta con el rotor es muy importante, pero es fácil calibrar el indicador. Pero, ¿cómo se puede conseguir el ángulo de elevación correcto?

Aquí está el secreto de la mayonesa.... Generalmente podemos decir que "cuanto más alta sea la antena, mejor"... pero no es exactamente así. Para cada modo de propagación que intentamos utilizar, el ángulo a utilizar es diferente.

TROPO..... Hay 3 tipos diferentes de tropo, no entraré aquí en la explicación física de los modos, sino en resultados prácticos. En general, para el tropo se necesita un ángulo muy bajo para poder entrar en la zona de reflexión. El tropo puede estar en la superficie o incluso a varios kilómetros de altura.

Es o MS.... Los dos fenómenos se encuentran al final de la capa "E" de la atmósfera, encima hay un gran espacio con pocos átomos hasta la capa F2. Un verdadero agujero. Este punto se encuentra entre 85 km y 100 km de altitud. La curvatura de la Tierra limita los contactos a una distancia máxima de ~2500 km, en el caso de la reflexión de meteoritos (MS). Las estelas de meteoros son estrechas, a diferencia de una nube Es, que puede tener kilómetros de largo. El meteoro no puede empezar a arder más alto porque no tiene materia para crear fricción. Todo comienza en la capa E.

EME... hay que apuntar a la Luna

TEP... se da en la capa F, pero sigue las líneas del campo magnético.

¿Qué ángulo se necesita para llegar a esta área?

Esto varía dependiendo de la distancia desde el punto donde se desea comunicar.

Distancia Ángulo de disparo en grados

500 kilometros 18°

1000 kilometros 8°

1500 kilometros 4°

2000 kilometros 1°

2500 kilometros 0°

Por lo tanto, si queremos optimizar una antena para contacto esporádico o reflexión de meteoritos MS, querremos que la ganancia máxima de la antena sea de 8 grados.

Para obtener más información sobre este tema, visite el siguiente sitio web:

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

¿Cómo controlar el ángulo de disparo o la elevación?

Subir el ángulo es fácil, basta con levantar la punta de la antena, pero bajarla es diferente. Aquí está la buena noticia: la antena tiene ganancia adicional cuando está paralela a la superficie. Esto es "GANANCIA DE TERRENO". Esta ganancia y el ángulo del lóbulo principal varían con la altura de la antena con respecto al suelo.

Este tema se estudia ampliamente en el artículo de OZ1RH a continuación sobre la ganancia de terreno y el ángulo de radiación para antenas VHF.

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

Altura de la antena sobre terreno plano - Ganancia del suelo en dB - Radiación máxima en grados

½ onda -1,7 dB 13°

1 onda 2,6 dB 11°

2 ondas 4,8 dB 7°

3 ondas 5,3 dB 4,5°

4 ondas 5,4 dB 3,75°

5 ondas 5,5 dB 3°

10 ondas 5,2 dB 1,5°

Por ejemplo: para 144 MHz la antena a 20 metros de altura tiene un ángulo de disparo de 1,5 grados; y para hacer contacto a 1000km es necesario un ángulo de disparo de 8 grados, en este caso la antena debe tener 4 metros de altura....SORPRESA.....

En el caso de EME, si no disponemos de rotor elevador, hay que colocar la antena a muy baja altura.

En la práctica debemos tener una antena alta y una antena baja; Yo por ejemplo uso uno de 18 elementos a 30 metros y otro de 12 elementos a 10 metros, y cuando hago EME monto un brazo en la torre a 3 metros de altura, que es lo justo para que el reflector no toque el piso.

El tema de la propagación VHF no sólo es fascinante sino que también presenta muchos misterios. Mantenerse al día ayuda a entender mejor el tema, no es que los artículos escritos hace 30 años ya no sean válidos, sino que con los satélites que tenemos hoy, además de Internet y los ordenadores, cada vez se comprenden mejor los efectos de la naturaleza.

La mayoría de los contactos VHF cotidianos ocurren en la capa de la troposfera. Casi a diario son posibles QSO de hasta 700 km. En la troposfera, la propagación siempre se abre desde las bandas más altas (1,2 GHz) a las bandas más bajas (432, luego 222, luego 144 y luego 50 Mhz). El artículo de OZ1RH sobre cómo hacer contactos troposféricos diarios de 700 km a 50MHz es muy importante, sobre todo si recordamos que 144 MHz funciona mejor que 50 MHz en este modo de propagación.

Ya hemos hablado bastante de cómo acoplar la antena a la propagación, ahora queda elegir el mejor modo para cada tipo de propagación.

En el caso de la voz, está claro que FM es más legible hasta el nivel de 10 db de señal a ruido, por debajo de eso SSB es el modo a usar, pero si no podemos hablar en SSB, comenzamos a usar CW. .

Hoy en día contamos con modos digitales que son de 10 a 25 dB más eficientes que CW, pero estas señales son decodificadas por computadoras. Todos estos programas utilizan el mismo tipo de interfaz entre la radio y la computadora.

Conclusión...

Montar una estación VHF es mucho más que comprar varios equipos y conectarlos en serie, porque, incluso utilizando los mejores equipos disponibles, el resultado final del sistema puede estar muy lejos del ideal. Intente mantener la pérdida total del cable coaxial por debajo de 1 dB, mantenga la ganancia del receptor al mínimo necesario para notar un aumento de ruido cuando se conecta la antena. Instale una antena a la altura y posición adecuadas para el modo que desea utilizar.

"La mejor antena es la que tienes, y es con ella que harás los mejores QSO's, pero nada es más eficiente que encender la radio y estar activo buscando hacer DX en VHF".

Abrazos

Ze Carlos [N4IS](#)