

NVIS: NEAR VERTICAL INCIDENCE SKYWAVE
Onda Espacial de Incidencia Casi Vertical

¿Qué es NVIS?

NVIS, o Near Vertical Incidence Skywave, se refiere a un modo de propagación de radio que implica el uso de antenas con un ángulo de radiación muy alto, acercándose o alcanzando los 90 grados (hacia arriba), junto con la selección de una frecuencia apropiada por debajo de la frecuencia crítica, para establecer comunicaciones confiables en un radio de 0 a 200 millas más o menos. Aunque no todos los radioaficionados han escuchado el término NVIS, muchos han usado ese modo al hacer contactos cercanos en 160 metros u 80 metros por la noche, o 80 metros o 40 metros durante el día. Es posible que hayan pensado que estos contactos cercanos implican necesariamente el uso de la propagación de la onda terrestre, pero muchos de estos contactos no involucran ninguna señal de onda terrestre o, si la señal de la onda terrestre está involucrada, puede obstaculizar, en lugar de ayudar. La explotación deliberada de NVIS se logra mejor utilizando instalaciones de antenas que logren cierto equilibrio entre minimizar la radiación de ondas terrestres (ángulo de despegue bajo) y maximizar la radiación de ondas espaciales de incidencia casi vertical (ángulo de despegue muy alto).

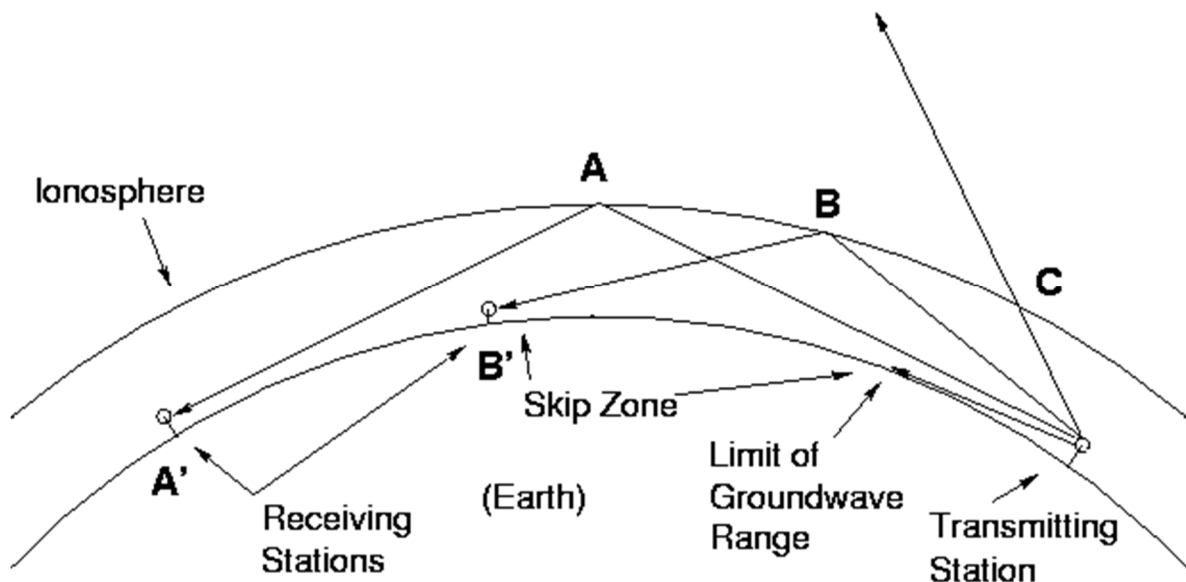
Como radioaficionados, a menudo seguimos fielmente el consejo: ¡suba su antena lo más alto que pueda! Hacemos esto y otras cosas (como elegir antenas que tienen un ángulo de radiación bajo) para maximizar la distancia sobre la que podemos comunicarnos. Una antena con un ángulo de radiación particularmente alto a menudo se denomina despectivamente como una "nube cálida", lo que implica que si la señal no se irradia en un ángulo lo suficientemente bajo, se está desperdiciando. Para NVIS, ignoramos todos estos consejos tradicionales y, en su lugar, seleccionamos técnicas que maximizarán no nuestro DX, sino nuestra capacidad para comunicarnos de manera confiable con otras estaciones dentro de un radio de 0 a 300 millas.

No cualquier frecuencia antigua funcionará para NVIS. El trabajo exitoso de NVIS depende de poder seleccionar, o encontrar (mediante prueba y error), una frecuencia que se reflejará en la ionosfera incluso cuando el ángulo de radiación sea casi vertical. Estas frecuencias suelen estar en el rango de 2 a 10MHz, aunque a veces el límite es más alto. El truco consiste en seleccionar una frecuencia que esté por debajo de la frecuencia crítica actual (la frecuencia más alta que la capa F reflejará en un ángulo de incidencia máximo de 90 grados) pero no tan por debajo de la frecuencia crítica, ya que las capas D y/o E estropean demasiado las cosas.

Nota: Si ya está familiarizado con el papel de la ionosfera en las comunicaciones por radio de HF, es posible que desee pasar a la explicación de las características especiales de NVIS.

Hay dos tipos principales de propagación en HF, conocidos como "Groundwave" y "Skywave". La propagación de ondas terrestres ocurre cuando la estación receptora está lo suficientemente cerca de la estación transmisora y es capaz de recibir la parte de la señal de la estación transmisora que se adhiere al suelo. El rango de propagación de la onda terrestre varía con el tipo de antena en la estación transmisora, las características del terreno entre la estación transmisora y la estación receptora y otros factores. Puede ser desde unas pocas millas hasta unas pocas docenas de millas. Las distancias más allá del rango de la señal de la onda terrestre están cubiertas por ondas del cielo. Las ondas del cielo son las ondas que irradian hacia arriba en algún ángulo desde la antena y (esperamos) se reflejan desde la ionosfera, para regresar a la Tierra más lejos.

La ionosfera es una región de gran altitud de la atmósfera de la Tierra que está compuesta de átomos gaseosos que se han roto en iones. El sol es la fuente de energía ionizante, por lo que la condición de la ionosfera varía con la hora del día, la estación del año, el ciclo de manchas solares de 11 años y la rotación del sol de 27 días. Las capas de la atmósfera que efectúan la propagación de radio son las capas D, E y F. No entraré en muchos detalles al describir sus roles. Si está interesado en este tema, se han dedicado libros enteros a él. En pocas palabras, es la capa F la que generalmente está involucrada en reflejar nuestras señales de regreso a la tierra, mientras que la capa D absorbe nuestras señales. La capa E puede ayudar u obstaculizar.



La propagación a larga distancia de las ondas de radio generalmente se logra al ser reflejadas desde la ionosfera y regresando a la Tierra a cierta distancia de su punto u origen.

(Siga el diagrama de arriba si lo desea.) Las ondas de radio que han sido irradiadas con un ángulo de radiación muy bajo viajan un largo camino antes de llegar finalmente a la ionosfera, golpean la ionosfera en un ángulo muy poco profundo (A) y regresan a la Tierra lejos de su punto de origen (A'). A medida que aumenta el ángulo de radiación, las ondas de radio golpean la atmósfera en un ángulo más moderado (B) y regresan a la Tierra más cerca de su punto de origen (B'). Para cualquier frecuencia y estado actual de la ionosfera, puede haber un ángulo máximo de incidencia en el que la ionosfera reflejará las señales de regreso a la Tierra. Las señales que golpean la ionosfera con un ángulo de incidencia mayor que el máximo actual no se reflejarán en absoluto, sino que continuarán en el espacio, en su lugar (C). El área de la tierra en la que se habría producido la reflexión estará en lo que llamamos la "zona de salto" (a menos que esté lo suficientemente cerca de la fuente de la señal para recibir la señal de la onda terrestre). La zona de salto es la región que consta de áreas de la superficie terrestre que están fuera del radio que alcanzará la onda terrestre de la estación transmisora y, sin embargo, no están lo suficientemente lejos para recibir reflejos de ondas espaciales.

Las técnicas NVIS se concentran en las áreas que a menudo se encuentran en la zona de omisión. La idea es irradiar una señal a una frecuencia que esté por debajo de la frecuencia crítica, en un ángulo casi vertical, y hacer que esa señal se refleje desde la ionosfera en un ángulo de incidencia muy alto, regresando a la Tierra en una ubicación relativamente cercana. Por supuesto, ninguna antena irradia toda su señal exactamente en un ángulo, por lo que lo mejor que podemos obtener es un rango de ángulos, que van desde perfectamente verticales hasta casi verticales. La parte de la señal que se irradia en un ángulo vertical, o casi vertical, se refleja hacia la tierra en un radio determinado por el ángulo más bajo en el que la antena irradia mucha señal. La absorción por la capa D y otros factores determinan una frecuencia mínima por debajo de la cual la señal ya no se podrá utilizar y, por lo general, una distancia más allá de la cual las señales ya no se podrán utilizar.

Para las áreas que están dentro del rango de la onda terrestre de la estación transmisora, la presencia de la onda terrestre puede interferir con la onda del cielo reflectante. También puede ayudar. Todo depende de si la onda terrestre y la onda del cielo llegan en fase, fuera de fase o en algún punto intermedio, y sus fuerzas relativas. Si la onda de tierra llega aproximadamente a la misma fuerza que la onda del cielo, y las dos están desfasadas, la señal desaparecerá. Dado que la altura de la ionosfera varía con el tiempo, la alineación de fase puede cambiar de fase a fuera de fase, lo que da como resultado el desvanecimiento de la señal. Por esta razón, es mejor minimizar la radiación de la onda terrestre cuando se utilizan técnicas NVIS, de modo que sea menos probable que interfiera con la onda del cielo.

Aunque esta discusión se ha centrado principalmente en la transmisión de señales, existe la ventaja correspondiente de usar técnicas NVIS en la recepción, y uno o dos trucos que son útiles principalmente para la recepción. La ventaja correspondiente es que si su antena favorece los ángulos altos para la transmisión, también favorecerá los ángulos altos para la recepción. Una antena optimizada para irradiar en los ángulos altos utilizada para NVIS también se optimizará para recibir las ondas del cielo que llegarán en un ángulo alto desde la ionosfera. Una antena que no irradia mucha señal de onda terrestre probablemente tampoco recibirá señales de onda terrestre con tanta fuerza. Cuando ambas estaciones utilizan antenas optimizadas para NVIS, el modo se ve favorecido tanto en transmisión como en recepción, y esas ventajas se suman, aumentando las posibilidades de una comunicación confiable.

También existe una ventaja inherente al uso de antenas de estilo NVIS que se aplica solo a la recepción. Las frecuencias que son útiles para NVIS (generalmente 2-10MHz) son las mismas frecuencias que son más susceptibles al ruido atmosférico. Una fuente importante de ruido atmosférico son las tormentas eléctricas distantes. Las tormentas cercanas son las peores, por supuesto, pero el ruido de todas las fuentes posibles se suma. A menos que haya una tormenta cercana, la mayor parte del ruido será la suma del ruido de fuentes distantes que se propagan a la antena receptora. Dado que una antena optimizada para NVIS escucha principalmente señales que se propagan desde áreas relativamente cercanas y no favorece la recepción de señales, choques estáticos y otras fuentes de ruido e interferencia de fuentes más distantes, no escuchará tanto ruido o interferencia como una antena optimizada para operación DX. El resultado es una mejor relación señal / ruido.

A menudo, tomar medidas que optimicen las capacidades NVIS de una estación reducirá sustancialmente el nivel de ruido. A veces, la caída de ruido se puede maximizar a expensas de cierta intensidad de la señal, y dar como resultado un circuito de comunicación que tiene niveles de señal más bajos, pero niveles de ruido aún más dramáticamente más bajos, para una relación señal / ruido aún mejor que la que podría lograr centrándose solo en maximizar los niveles de señal.

Por lo tanto, seleccionar una frecuencia por debajo de la frecuencia crítica, pero no muy por debajo de ella, y seleccionar una antena que irradie ondas espaciales en un ángulo alto y minimice las ondas terrestres y la recepción de ruido, son los trucos esenciales para establecer una comunicación confiable en el radio de 0 a 200 millas, que a menudo es un desafío para la operación de HF.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de NVIS?

Entre las muchas ventajas de NVIS se encuentran:

NVIS cubre el área que normalmente se encuentra en la zona de salto, es decir, que normalmente está demasiado lejos para recibir señales de ondas terrestres, pero aún no lo suficientemente lejos para recibir ondas celestes reflejadas desde la ionosfera.

NVIS no requiere infraestructura como repetidores o satélites. Dos estaciones que emplean técnicas NVIS pueden establecer comunicaciones confiables sin el apoyo de terceros.

La propagación pura de NVIS está relativamente libre de decoloración.

Las antenas optimizadas para NVIS suelen ser bajas. Los dipolos simples funcionan muy bien. Una buena antena NVIS puede montarse fácilmente, en poco tiempo, por un equipo pequeño (o solo una persona).

Las áreas bajas y los valles no son un problema para la propagación de NVIS.

El camino hacia y desde la ionosfera es corto y directo, lo que resulta en pérdidas de camino más bajas debido a factores como la absorción por la capa D.

Las técnicas NVIS pueden reducir drásticamente el ruido y la interferencia, lo que resulta en una relación señal / ruido mejorada.

Con su relación señal / ruido mejorada y baja pérdida de ruta, NVIS funciona bien con baja potencia.

Las desventajas del funcionamiento de NVIS incluyen:

Para obtener los mejores resultados, ambas estaciones deben optimizarse para el funcionamiento de NVIS. Si la antena de una estación enfatiza la propagación de ondas terrestres, mientras que la de otra enfatiza la propagación NVIS, los resultados pueden ser malos. Algunas estaciones tienen antenas que son buenas para NVIS (como dipolos relativamente bajos) pero muchas no.

NVIS no funciona en todas las frecuencias de HF. Se debe tener cuidado para elegir una frecuencia apropiada, y las frecuencias que son mejores para NVIS son las frecuencias donde el ruido atmosférico es un problema, las longitudes de las antenas son largas y los anchos de banda son relativamente pequeños para las transmisiones digitales.

Debido a las diferencias entre la propagación diurna y nocturna, se debe utilizar un mínimo de dos frecuencias diferentes para garantizar comunicaciones confiables las 24 horas.

¿Qué tipo de antena funciona bien para NVIS?

Dipolo

Una vez más, la confiable antena dipolo demuestra su utilidad. Una de las antenas más efectivas para NVIS es un dipolo colocado entre $0,1$ y $0,25$ longitudes de onda (o menos) sobre el suelo. Cuando un dipolo se acerca mucho a dos terrenos, suceden algunas cosas interesantes. Lo más interesante, desde la perspectiva de NVIS, es que el ángulo de radiación aumenta. En el rango de $.1$ a $.25$ longitudes de onda sobre el suelo, la radiación vertical y casi vertical alcanza un máximo, a expensas de la radiación de ángulo

más bajo (que nos gustaría minimizar, de todos modos, para NVIS). Se puede usar un dipolo a alturas incluso más bajas, lo que resulta en alguna pérdida de ganancia vertical, pero a menudo, una reducción más sustancial del ruido y la interferencia de regiones distantes. Las alturas de 5 a 10 pies sobre el suelo no son inusuales para las configuraciones NVIS, y algunas personas usan dipolos de hasta dos pies de altura con buenos resultados (señales relativamente débiles, pero un piso de ruido muy bajo).

Otra cosa interesante que sucede con los dipolos muy bajos es que la impedancia de su punto de alimentación disminuye. Es probable que tenga una ROE aceptable con un cable coaxial de 50 ohmios. Planee llevar su sintonizador por si acaso, pero puede arreglárselas bien sin él.

Otra cosa afortunada de los dipolos bajos es que se montan fácilmente. Encontrar un árbol que sirva de soporte a menudo es fácil, y no es difícil conseguir una línea en una rama que sea suficiente. Los mástiles hechos de tubos de PVC son prácticos a estas alturas. Los dipolos muy bajos pueden ser soportados por conos de tráfico con una muesca en la parte superior, o un simple trípode hecho de secciones cortas de tubería de PVC o clavijas de madera y cuerdas elásticas.

Con la excepción de los dipolos más bajos, la mayoría de los dipolos obtendrán unos 2dB adicionales de ganancia vertical si permite que el centro caiga unos pocos pies. Permitir que el centro se caiga significa que los soportes de los extremos no tienen que ser tan resistentes, lo que facilita mucho la instalación de un buen dipolo NVIS.

V invertida

La prima cercana del dipolo, la V invertida, es otra buena antena NVIS, que puede ser incluso más sencilla de soportar. Una V invertida funcionará casi tan bien como un dipolo suspendido desde una altura ligeramente más baja que el vértice de la V invertida, siempre que el ángulo del vértice se mantenga suave, alrededor de 120 grados o más. Una V invertida es a menudo más fácil de erigir que un dipolo, ya que solo requiere un soporte sobre el nivel del suelo, en el centro.

Contrapesos

La radiación de alto ángulo de un dipolo (o V invertida) se puede mejorar agregando un cable de contrapeso debajo de él, aproximadamente un 5% más largo que el elemento radiante principal, para que actúe como reflector. La altura óptima para tal contrapeso es aproximadamente .15 longitudes de onda por debajo del elemento radiante principal, pero cuando la antena es demasiado baja para permitir eso, un contrapeso colocado en el suelo debajo de la antena sigue siendo efectivo.

Se puede usar un interruptor de cuchilla en el punto central del contrapeso para eliminar efectivamente el contrapeso del sistema de antena. Esta técnica es útil para usar un dipolo para NVIS y también para distancias más largas. Se instala un contrapeso a nivel del suelo, o tan alto como se pueda alcanzar fácilmente el

interruptor, y se monta un dipolo .15 longitudes de onda por encima del contrapeso. Cuando el interruptor está cerrado, la ganancia vertical aumentará y los niveles de ruido bajarán. Cuando el interruptor está abierto, la ganancia de ángulo más baja aumentará, mejorando el rendimiento de la antena para uso que no sea NVIS.

¿Cómo selecciono una frecuencia para el funcionamiento de NVIS?

La selección de una frecuencia óptima para el funcionamiento de NVIS depende de muchas variables. Entre las muchas variables se encuentran la hora del día, la época del año, la actividad de las manchas solares, el tipo de antena utilizada, el ruido atmosférico y la absorción atmosférica. Para seleccionar una frecuencia para probar, se puede usar experiencia reciente en el aire, prueba y error (con algún tipo de esquema de coordinación acordado de antemano), software de predicción de propagación, gráficos de propagación casi en tiempo real (disponible en Internet) que muestra la frecuencia crítica actual, o incluso solo una suposición bien fundamentada. Cualquiera que sea la estrategia utilizada para la selección de frecuencia, probablemente sería mejor estar preparado con algún tipo de "plan B" que implique la comunicación a través de canales alternativos, o siguiendo algún esquema preestablecido para probar todas las opciones de frecuencia disponibles en un patrón programado de algún tipo.

En esta discusión, algunos de mis comentarios supondrán que la elección de frecuencias por parte del lector está restringida a las bandas de aficionados, pero gran parte de la discusión será más general.

Autor: WB5UDE