

Meteor-scatter

En qué consiste · Frecuencias · Mejores épocas

POR ÁNGEL VILAFONT

Aunque no es un método de comunicación demasiado habitual, probablemente alguna vez hayáis oído hablar de él, especialmente si os fijáis en las bases de los concursos, en los que casi siempre aparece como un modo excluido

Es cierto que en muchas actividades en frecuencias altas se establece en las bases que se prohíben las comunicaciones mediante *meteor scatter*, y es normal porque los contactos que se obtienen con esta modalidad son sorprendentes. Quizá para muchos de vosotros esto suena un poco raro, así que intentaremos aclarar lo más sencillamente que podamos en qué consiste.

Básicamente nos estamos refiriendo a un tipo de comunicaciones a través de reflexiones sobre meteoritos. Este método, con el que se empezó a experimentar en 1929, puede dar resultados en contactos a través de vías que se extienden entre 1.500 y 2.000 kilómetros. Es una solución para lograr comunicaciones cuando no hay otra posibilidad de propagación, permitiendo enlaces que no son en tiempo real pero sí son aplicables a muchas circunstancias.



Fundamento

Este método se basa en los meteoritos que entran en la atmósfera terrestre. En el espacio hay una presión gaseosa muy baja y está lleno de cuerpos de características físicas diferentes. Cuando estos cuerpos entran en la atmósfera se calientan debido al rozamiento, produciéndose la ionización de los gases que dejan tras de sí, lo que origina a su vez un efecto luminoso que conocemos con el nombre de estrella fugaz o meteoro. La consecuencia es que esos gases ionizados tienen la propiedad de reflejar las ondas de radio de frecuencias altas, por lo tanto de longitudes de onda muy cortas (VHF). Por ello algunos aficionados utilizan este método llamado dispersión de meteoritos, como si en realidad se tratasen de reflectores ubicados a gran altura, no en vano los rastros de los gases se sitúan a distancias entre los 85 y 120 kilómetros.

Se les puede considerar como repetidores móviles con vista absolutamente despejada, capaces de llevar las ondas de radio a distancias muy grandes. El punto negativo es que no siempre son previsible y hay que estar atento a ellos en momen-

tos muy concretos, tan solo unos minutos, para aprovechar las ventajas que ofrecen.

Por otra parte, teniendo en cuenta que la ionización es pequeña, únicamente se refleja en los rastros que dejan una mínima parte de la señal que llega, por lo que se hacen necesarias altas potencias y unos buenos equipos que aporten alta sensibilidad de recepción.

La propagación por dispersión de meteoritos se aprovecha del gran número de estos cuerpos que entra en la atmósfera, aunque en ningún caso suponen un peligro ya que por lo general no tienen un tamaño superior al de un grano de arena y se desintegran a 80 o 100 kilómetros de altura. Los meteoroides tienen un diámetro mínimo de 100 µm (más pequeños serían polvo cósmico) y máximo

de 50 metros (a partir de ese tamaño se les considera cometas o asteroides).

El número de meteoritos en la atmósfera es inversamente proporcional a su tamaño, de manera que una reducción de su volumen a la décima parte supone que entran en la atmósfera diez veces más durante el mismo periodo de tiempo, por ello son muy pocos los de tamaño apreciable. Muchos se queman en la parte superior de la atmósfera, pero, en general, la minoría tienen suficientes dimensiones como para sobrevivir y llegar a nuestro planeta.

Utilidad

Los meteoritos se utilizan en comuni-

LLUVIAS DE METEORITOS			
Nombre	Mes	Días	Máximo
Cuadrántidas	Enero	1 al 5	3
Líridas	Abril	16 al 25	22
Perseidas	Julio-agosto	16 de julio al 24 de agosto	11 de agosto
Dracónidas	Octubre	Principios de mes	8 al 10
Oriónidas	Octubre-noviembre	20 de octubre al 7 de nov.	21 de octubre
Leónidas	Noviembre	15 al 21	Cada 33 años
Gemínidas	Diciembre	7 al 17	14

caciones para distintos usos (incluido el militar), siendo el rango de frecuencias en el que se aplican de 40 a 150 MHz, aunque en ocasiones se ha llegado hasta los 500 MHz. En el ámbito profesional son interesantes para transmisiones de datos, sobre todo cuando el origen de la emisión es un lugar lejano y sin operadores. Actualmente este tipo de conexiones se lleva a cabo bajo control informático, siendo una alternativa a los satélites ya que estos resultan evidentemente más caros y requieren otro tipo de infraestructuras.

En el campo de los radioaficionados, la dispersión de meteoritos es una extraordinaria manera de conseguir insospechados contactos a distancias muy grandes para tratarse de frecuencias VHF.

Las vías que dejan los meteoritos tienen una duración muy corta, por lo que exigen saber cuándo se presentan para aprovechar la comunicación mientras se dé una trayectoria que una el emisor y el receptor. El procedimiento de comunicación tiene varios pasos. En primer lugar, hay una estación transmisora que envía una señal, que en el ámbito profesional suele ir codificada para asegurar la seguridad. Cuando el rastro de los meteoritos aparece, la señal de la estación transmisora se refleja de forma que es recibida por la estación receptora. Allí se descodifica la señal y, si es necesario, se retransmite a una tercera estación.

Hay también la posibilidad de que la estación receptora, a su vez, remita otra señal hacia la transmisora, consiguiéndose así una comunicación bilateral. En el caso de datos, éstos se emiten a alta velocidad y con constantes comprobaciones de errores ya que a veces el tiempo del enlace se reduce a unas décimas de segundo. Llega un momento en el que la densidad de iones disminuye y ya no se puede producir el fenómeno de la reflexión, desapareciendo así el enlace vía radio. En estos casos, el transmisor tiene una nueva alternativa, la de volver a emitir su señal buscando una otra pista de meteoritos que sirva para retomar la comunicación.

Aunque la distancia máxima que se consigue es considerable, todavía puede incrementarse si se introduce en la cadena un sistema de repetidores. En un punto intermedio se sitúa una estación que almacena los datos recibidos y los retransmite.

En cierto modo aportan seguridad a las transmisiones ya que solamente se

Sabías qué...

Al hablar de potencia de un transmisor se pueden utilizar distintos conceptos.

La potencia viene especificada en función de la clase de emisión. Hay tres tipos:

Potencia de cresta: Es la media de la potencia que envía el transmisor a la antena en condiciones normales de funcionamiento y a lo largo de un ciclo de radiofrecuencia tomado en el valor más alto de la envolvente de modulación. Se habla de potencia de cresta cuando nos referimos a la potencia de transmisores en banda lateral.

Potencia de portadora: Es el valor medio de la potencia que envía el transmisor a la antena en condiciones normales de funcionamiento durante un ciclo de radiofrecuencia y sin modulación.

Potencia media: Se trata del valor medio de la potencia que envía el transmisor a la antena en condiciones normales de funcionamiento durante un tiempo suficientemente largo en relación al periodo correspondiente a la frecuencia más baja de la señal moduladora. Esta es la potencia a la que nos referimos cuando hablamos de transmisores en modo de modulación de frecuencia.

Hay otros dos términos relacionados con la potencia, la isotropía radiada equivalente y la radiada aparente, pero ambas dependen además de otro factor, que es el tipo de antena que se utilice.

reciben en el punto en el que la onda es reflejada, más o menos como si se tratase de un haz de luz reflejado por un espejo

Aficionados

En el terreno radioaficionado la dispersión de meteoritos no está muy extendida, pero se trata sin duda de un buen sustituto de la propagación. Para asegurarse el contacto, dos operadores acuerdan un momento concreto y una frecuencia para intentarlo. Cuando las lluvias de meteoritos están previstas, se emplea una frecuencia especial de llamada.

Puede utilizarse cualquier modo de

transmisión, aunque los más extendidos son la banda lateral, sobre todo en Estados Unidos, el morse, mayoritario en Europa, y datos, empleando un ordenador para lograr altas cuotas de palabras por minuto. Últimamente los modos digitales tienen también su parcela gracias a programas informáticos como el WSJT, que ha sido desarrollado específicamente para las comunicaciones a través de dispersión de meteoritos.

Pudiera parecer que viniendo del espacio todos los meteoritos son iguales, sin embargo hay distintas clases. Igualmente, el rastro que dejan también es distinto, lo que supone que las características de propagación de radio también van a



Las dos lluvias más populares son la de las Perseidas, en agosto (la más conocida), y las Cuadrántidas, en enero. A la primera se le llama también Lágrimas de San Lorenzo y se produce entre el 16 de julio y el 24 de agosto

variar de unos a otros.

Por una parte están aquellos que se asocian con las lluvias de meteoritos que se producen en momentos concretos del año; otros son los llamados esporádicos.

Respecto a los primeros, se observó que en determinadas épocas se incrementa el número de meteoritos que entran en la atmósfera, de ahí que se hable de lluvia de meteoritos. Se produce cuando la Tierra



Efecto Doppler

La causa de este efecto está en que el punto en que las señales se reflejan cambia debido al movimiento hacia delante del meteorito, lo que origina una nueva ionización y la vía que hay tras él se difumina. La influencia del efecto es importante hasta el punto de originar una modificación de la frecuencia de 2 KHz en las bandas de frecuencias más altas, aunque es proporcionalmente menor en las frecuencias inferiores.

Si las condiciones son buenas se pueden hacer contactos de unos 2.000 kilómetros de distancia. Para conseguir alcances menores es necesario que las señales salgan de la antena con un ángulo más alto, por lo que se hace necesario también un ángulo mayor de reflexión, pero las vías de los meteoritos sólo son capaces de reflejar señales con ángulos reducidos. De ahí que se puedan bajar las distancias hasta unos 500 kilómetros.

atraviesa los «escombros» en su órbita alrededor del Sol, hecho que puede tener relación con el paso de un cometa. Las dos lluvias más populares son la de las Perseidas, en agosto (la más conocida), y las Cuadrántidas, en enero. A la primera se le llama también Lágrimas de San Lorenzo y se produce entre el 16 de julio y el 24 de agosto, con un punto máximo en el 11 de este último mes. No se observan desde las regiones australes debido al bajo ángulo de altura que presentan en el ecuador. Sus meteoros alcanzan velocidades en torno a los 59 kilómetros por segundo.

Las Cuadrántidas tienen también una actividad alta. Esta lluvia se produce durante los cinco primeros días del año, con el pico máximo en el día 3. Su velocidad es de unos 41 kilómetros por segundo.

Durante las lluvias, las estrellas fugaces dan la impresión de proceder de un mismo lugar del cielo, punto al que se conoce como radiante. Sin embargo, es sólo un efecto óptico debido a la perspectiva ya que todos ellos van en paralelo. Al radiante se le da el nombre de la constelación en el que se encuentra, añadiéndole la letra griega de la estrella más cercana.

Esporádicos

Cuando un meteoróide entra en la atmósfera aparecen unas vías de ionización que pueden mantenerse durante tres cuartos de hora. Continuamente entran meteoroides, por lo que esas rutas son más o menos constantes.

La mayor parte de los meteoros son esporádicos, que no son más que desechos espaciales que existen en nuestro sistema solar y que en muchos casos se deben a materiales expulsados por el Sol. Se caracterizan por entrar en todas las direcciones y carecer de radiante.

El número mínimo de meteoros esporádicos entra en la atmósfera en torno a las 18.00 horas y el número máximo cerca de las 06.00. La relación entre el máximo y el mínimo es de 4:1, pero la cifra exacta depende de una serie de factores que incluyen la latitud en que se toma la medida.

Hay otros factores que afectan al número de meteoros en la atmósfera. Uno de ellos es la temporada del año, y esto se debe a varios motivos, entre los que está la densidad de los desechos espaciales alrededor de la órbita de la Tierra, que no es uniforme. La densidad es mayor en las áreas de la órbita que la Tierra atraviesa en junio, julio y agosto. Otro motivo está en relación con la declinación del eje de nuestro planeta. Hay una inclinación de 22,5 grados del eje polar en relación con el Sol, lo que da lugar a las diferentes estaciones y a la variación estacional en la tasa de meteoros. Aquellas áreas en ángulo recto con la dirección de desplazamiento recibirán la mayor parte de los meteoros, mientras que en un ángulo mayor reciben menos.

Estos dos efectos se combinan de forma diferente dependiendo del hemisferio. Se maximiza en el hemisferio norte, donde los dos efectos se suman. Contrariamente,

se minimiza en el hemisferio sur, en el que los dos efectos tienden a anularse entre sí. Otra de las investigaciones demostró que el número de meteoros que entran en la atmósfera cambia con el ciclo de manchas solares, llegando al máximo cuando hay un descenso del ciclo de manchas solares.

Los meteoros entran en la atmósfera a una velocidad entre 10 y 80 kilómetros por segundo y normalmente se queman en altitudes que oscilan entre 85 y 120 kilómetros, dependiendo de factores como el tamaño, la velocidad y el ángulo de entrada.

A medida que el meteorito entra en las zonas más densas de la atmósfera y el calor empieza a ser generado como resultado de la fricción del aire, se calienta de tal manera que los átomos se evaporan, dejando un rastro de iones positivos y electrones negativos. El camino que se forma es una parábola muy delgada y larga con el meteorito en su cabeza. Normalmente esas vías son de sólo unos pocos metros de ancho, pero pueden llegar a alcanzar más de 25 kilómetros de largo.

El nivel de ionización en el rastro de meteoritos es muy alto. Es mucho más alto que el nivel de ionización generada por el Sol en la ionosfera. Como resultado, las influencias en las frecuencias que pueden ser afectadas son más importantes que las experimentadas normalmente en la ionosfera. Como ya se ha dicho, las frecuencias de hasta 150 MHz están influenciadas por estas vías. Las podemos

clasificar en función de la densidad de los electrones, de más densidad (generados por los meteoros mayores) o de baja densidad. El punto en el que cambian de un tipo a otro corresponde a una frecuencia fundamental de 90 MHz.

Las vías de mayor densidad ofrecen reflexiones intensas al tener una alta densidad de electrones. La duración suele ser de unos pocos segundos y habitualmente se emplean para comunicaciones de tipo profesional y de radioaficionados, que requieren transmisiones de datos a velocidades muy altas.

Las vías de menor densidad actúan de manera muy diferente. Al ser esa densidad de electrones inferior, la señal penetra en el interior y en lugar de reflejarse se dispersa, de manera que sólo una pequeña parte de esa señal vuelve a la Tierra. Esto exige muy buenos equipos de radio para poder aprovechar al máximo la pequeña porción de señal. La duración va desde unos milisegundos a unos cuantos segundos.

Lo mismo que ocurre con la propagación normal, la de dispersión de meteoritos depende de la frecuencia. Ésta determina los niveles de reflexión y la duración del efecto. Cuanto mayor es la frecuencia que se utiliza menor es la intensidad de la señal que se refleja, por ello el límite máximo aconsejable se fija en 150 MHz, aunque en vías de gran densidad se pueden aprovechar frecuencias de hasta 500 MHz.

