

Las Leónidas

SEGUIMIENTO DESDE EL RADIO CLUB LA SALLE

Durante los días 16, 17 y 18 de noviembre los medios de comunicación nos inundaron con noticias como estas: "Una lluvia de meteoritos pone en jaque a los satélites", "Lluvia de meteoros sobre la Tierra", "Los astrónomos erraron la hora y la intensidad", etcétera. Si no hacemos caso de la prensa cotidiana que siempre busca la noticia sensacionalista, la verdad es que el único problema que tuvieron los astrónomos de nuestra región fue que las espesas nubes impidieron ver con claridad el fenómeno. Pero desde el observatorio de radio instalado en La Salle se pudo seguir perfectamente la evolución de las leónidas.

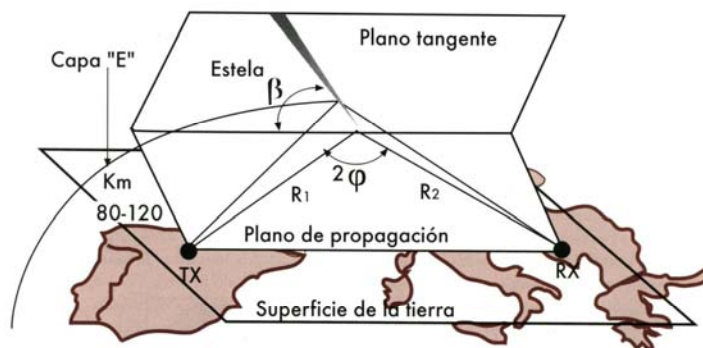
1. INTRODUCCIÓN

El International Leonid Watch (ILW)¹ es un ambicioso proyecto de observación que aglutina a profesionales y aficionados en el objetivo común de recopilar y analizar todas las observaciones de las leónidas durante los años anteriores y posteriores al máximo de 1998 o 1999. Pretende que los observadores centren su atención en este enjambre de estrellas fugaces desde el año 1990 hasta bien entrado el siglo XXI. Sin lugar a dudas ahora mismo se trata de la lluvia más dinámica que se puede observar, con cambios apreciables año a año que nos están dando la oportunidad única de conocer la evolución de los enjambres meteóricos.

El fenómeno de las leónidas es una de las lluvias de meteoros más importantes del año. Su fama viene de muchos siglos atrás, y han sido numerosas las tormentas de meteoros en las que llegaron a verse miles de estrellas fugaces en una noche.

Se ha demostrado claramente la relación entre la actividad observada y el cometa que origina los meteoritos: el 55/Tempel-Tuttle. Este fenómeno se produce cada 33 años, o lo que es lo mismo, cuando el cometa pasa por el perihelio de la órbita. Esta circunstancia se dio en 1998.

Basta estudiar las referencias históricas para comprobar que en muchos años en los que se esperaba una altísima actividad, los observadores presenciaron un auténtico fiasco, que en otras ocasiones sólo pudieron ver unos pocos cientos de meteoros en una noche, y en otras, aunque la actividad fue alta, el punto máximo se adelantó varios días y cogió a todo el mundo desprevenido.



La combinación de más de 25 factores incide en la traza ionizada que produce un meteorito en la capa E de la atmósfera entre los 80 y los 120 km de altura.

La verdad es que la imagen que se vende al público es la de un cielo "lleno de estrellas". Al observador habitual (o al aficionado en general) es más difícil convencerlo, escarmentado ya por otros eventos astronómicos que se esperaba que fueran importantes y no lo fueron, como el de las perseidas para 1993.

En los últimos años el número de meteoros por hora ha ido aumentando progresivamente, hasta llegar a los 40 meteoros por segundo en 1996. Las previsiones para 1998 no eran tan altas como para la tormenta de 1996, pero se preveía una actividad entre los 3 y los 40 meteoros por segundo. Sin duda alguna, la mayor actividad meteorológica que podamos haber visto nunca.

Con el fin de colaborar en estos estudios, el Departamento de Comunicaciones y Teoría de la Señal, a través del Radio Club La Salle, ha instalado un observatorio de radio que utiliza la técnica de captación de señales de televisión de banda I a través de la reflexión en las trazas ionizadas que producen los meteoritos al entrar en la atmósfera.

2. EFECTO DE IONIZACIÓN

Los meteoros que entran en contacto con partículas de la atmósfera, convierten la energía cinética de su movimiento en calor, evaporizando átomos de la capa del meteorito. La colisión de estos átomos con las partículas de la atmósfera produce calor, luz y ionización en la dirección de la traza del meteorito. Las señales recibidas por TOMR son básicamente de dos formas: subdensas y superdensas. La mayoría de estas se producen por reflexiones subdensas, que se caracterizan por la baja densidad de electrones ($< 10^{14}$ electrones/metro) y que corresponden a partículas no visibles más pequeñas de 0,04 cm de radio y masa cercana a 1 mg.

La potencia recibida $P_R(t)$, después de la dispersión en las estelas subdensas viene dada por McKinley como sigue:

$$P_R(t) = \frac{P_t \delta_r \delta_s \lambda^2 \sigma a_1 a_2(t) a_3}{64\pi^3 R_1^2 R_2^3}$$

donde

λ : longitud de onda (m),

σ : superficie de reflexión de la estela (m^2),

a_1 : coeficiente de pérdida debido al radio inicial de la estela,

$a_2(t)$: coeficiente de pérdida debido a la absorción ionosférica,

t : tiempo en segundos medido desde el instante de la formación completa de la primera zona de Fresnel,

t_0 = mitad del tiempo invertido por el meteorito en atravesar la primera zona de Fresnel,

P_t : potencia del transmisor (W),

$P_R(t)$: potencia disponible en la antena receptora (W),

δ_r : ganancia de la antena transmisora relativa a una antena isotrópica en el espacio libre,

δ_s : ganancia de la antena receptora relativa a una antena isotrópica en el espacio libre

Se supone que las antenas transmisora y receptora no tienen pérdidas.

Como puede observarse en la fórmula, sólo algunos de estos parámetros son constantes, por lo que la potencia recibida variará considerablemente de una a otra reflexión.

En la figura 2 se presentan las curvas de la pérdida básica de transmisión deducidas de la ecuación 1 para $q = 10^{14}$ electrones/metro. Como el ángulo β puede tomar cualquier valor entre 0° y 90° se muestran únicamente estos dos extremos.

3. FRECUENCIA ÓPTIMA

Aunque las señales de radio que pueden utilizarse para este tipo de observaciones están comprendidas entre el segmento de los 30 a los 200 MHz, por debajo de los 30 MHz la ionosfera puede reflejar estas señales independientemente de que existan o no zonas ionizadas por meteoritos. Además se ha demostrado que, en ciertos momentos, la rotación de Faraday de las señales de radio linealmente polarizadas reflejadas por meteoros reducirá seriamente la capacidad de recepción a estas frecuencias. Por encima de los 100 MHz las señales se atenúan rápidamente, por lo que cuando se elija la frecuencia, se tiene que tener en cuenta el peso de todos estos factores.

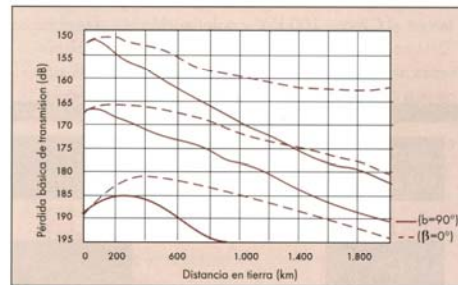


Figura 2. Al aumentar la frecuencia, mayor es la pérdida básica de transmisión para estelas subdensas con $q = 10^{14}$ electrones/m y menor la distancia de recepción.

El segmento de televisión comprendido entre los 47 y 68 MHz es el ideal para este tipo de experiencias. Las características de las señales radiadas de televisión las define el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR).

Todos los componentes que intervienen en una señal compuesta de televisión son realmente complejos y no se estudian en este artículo, pero es interesante conocer los que afectan a las TOMR, que quedan resumidos como:

BANDA I				
CANAL	Frecuencia Canal MHz	Portadora Video MHz	Portadora Sonido MHz	Portadora Color MHz
E2	47-54	48.250	53.75	52.68
E3	54-61	55.250	60.75	59.68
E4	61-68	62.250	67.75	66.68

- Anchura de banda nominal del radiocanal para la banda I : 7MHz.

- Separación de la portadora de sonido con relación a la de Imagen : +5,5 MHz \pm 0,001 MHz.

- Relación entre las potencias radiadas aparentes de la imagen y del sonido: 20/1 a 10/1.

Como se ha podido ver, el segmento de radio situado entre los 40 y los 100 MHz es idóneo para desarrollar sistemas de observación de meteoritos por radio. El primer paso para el diseño de un sistema eficaz es escoger una señal que pueda detectarse; hay que centrarse en las estaciones de radiodifusión o televisión que transmiten con alta potencia y durante periodos de 24 horas. Para observatorios situados cerca de centros emisores habrá que descartar las estaciones de radiodifusión de frecuencia modulada (87,5 MHz a 107 MHz) por estar situadas en un segmento sobrepoblado, por lo cual producen un alto nivel de señales interferentes que pueden enmascarar el resultado final. Sólo en lugares alejados de estos centros podrá escogerse alguna de estas estaciones.

Para nuestro estudio se ha escogido la señal procedente de diferentes estaciones del norte de Europa que transmiten en el C2 con 100 kW y polarización H.

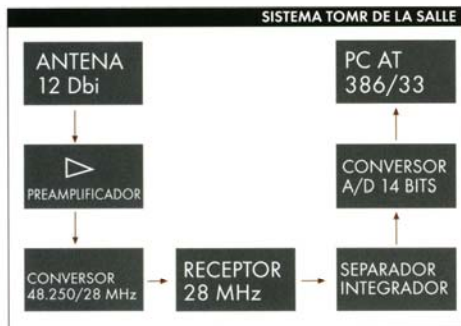


Figura 3 Diagrama de bloques de un sistema de observación de meteoros por radio.

4. SISTEMA TOMR DE LA SALLE

Los componentes reflejados en la Figura 3 que forman el sistema son:

4.1. Antena

La antena es uno de los elementos más importantes del sistema: una antena con ganancia y ajustada específicamente en la frecuencia de trabajo es necesaria para conseguir buenos resultados.

La antena utilizada es una Yagi de seis elementos, construida para conseguir una ganancia cerca de las 10 dBd, dirigida en dirección de la señal que deseamos escuchar y con una pequeña elevación de 20°; de esta forma conseguimos disminuir los efectos producidos por diferentes aperturas de propagación (Tropo, FAI, etc.).

La antena está instalada sobre un mástil triangular de 18 metros de altura.

4.2. Preamplificador

El preamplificador no es un elemento imprescindible de la estación, aunque un buen preamplificador de bajo ruido y buena ganancia ayudarán a recibir mayor número de reflexiones. En nuestro caso y debido a la gran contaminación radioeléctrica de Barcelona, el preamplificador se tuvo que suprimir del sistema.

4.3. Conversor receptor

Se utiliza un conversor de bajo ruido que convierte la frecuencia de 48.250 MHz a una F.I. de 28 MHz. Siendo las características del sistema:

- Sensibilidad, cercana 0,25mV a 10 dB S+N/N.
- Selectividad, ajustable de 6 kHz a 500 Hz.
- Control automático de ganancia (AGC) suprimido.

4.4. Separador/integrador

Se utiliza un separador/integrador que convierte la señal de audio del receptor a una señal analógica para que el ordenador pueda detectarla.

4.5. Conversor analógico/digital

La señal detectada por el receptor se introduce en el ordenador mediante un canal de la placa conversora A/D que realiza 16 muestras por segundo.

Este es uno de los elementos a mejorar del sistema. La medición del incremento de la señal no es suficiente para obtener unos datos fiables, ya que estos incrementos pueden darse por ruido atmosférico, industrial, aperturas de propagación, etc., y el sistema no es capaz de diferenciarlos, por lo que el resultado final queda enmascarado.

La utilización de algún sistema que analice la señal recibida puede proporcionar más datos como: