



ANTENAS CONICAS ESPIRALES PARA ESTUDIOS DE LA FISICA RADIATIVA DEL SOL Y DE JUPITER

Ventura Casselyn León, Mario Maya Mendieta
FCFM- BUAP. CU Puebla
vacssely@fismat1.fcfm.buap.mx

RESUMEN

En la FCFM-BUAP, por medio de una antena cónica independiente de frecuencia (comportandose como una parábola) recibiremos radiaciones de polarización circular de objetos celestes de nuestro sistema solar (Sol y Júpiter) y fuera de nuestro sistema solar (ruido galactico de radiofuentes decamétricas). Las dimensiones de la antena son de 9 metros de altura y de un diámetro de base de 6 metros con una ganancia constante de 6 dB en la banda de longitudes de onda decamétricas entre 15 y 110 Mhz. Inicialmente la antena, permitirá registrar intensidades de radiación debidas a actividad solar y de Júpiter, pero asociandola a otras antenas similares, a analizadores de espectro y a receptores de bandas fijas y de barrido (por desarrollarse) el origen de las ondas radio, su generación, y propagación relacionadas en el espectro visible entre otros, espectrográficamente (más antenas) y heliográficamente, permitirá determinar todas características fisico radiativas de las radiofuentes.

1.- INTRODUCCION

El estudio de las emisiones de los astros en general, conduce a dos tipos de problemas; los relativos al origen mismo de las ondas de radio, su generación y su propagación y tambien los problemas que tienen relación entre las emisiones radio y las otras emisiones recibidas del astro, es decir, emisiones en el visible, generación de rayos X y de partículas entre otros. En el caso del Sol, el segundo problema se estudia a partir de instrumentos llamados Radiohéliografos, que permiten determinar la posición y la estructura de las fuentes y de compararlas con las investigaciones en otros dominios. Por el contrario, los problemas relativos a los mecanismos de emisión y de propagación necesitan el conocimiento del espectro dinámico

de estas emisiones. La heliografía conduce más bien a una descripción morfológica, mientras que la espectrografía, permitirá el estudio de los fenómenos, con miras finales a la determinación de las características físicas de la radiofuente como son la temperatura, densidad, partículas de alta energía y en general todo lo que involucra a la Física de plasmas en todos los niveles que incluyen procesos radiativos del tipo Bremsstrahlung y sincrotrón. En radioastronomía para el estudio de estos fenómenos y de su Física emisiva se utilizan hoy en día radiotelescopios (rediospectrógrafos y radioheliografos) de grandes dimensiones o de grandes superficies y de geometrias diversas, cuyas implementaciones significa una gran inversión que está fuera de las posibilidades de una sola institución o de centros de investigación con infraestructuras científicamente reconocidas como las que se cuentan en países desarrollados con una larga tradición teorica y experimental. Por estas razones, y además de que en México actualmente no se cuenta con infraestructuras de estos tipos, se propone empezar en la FCFM con una antena cónica independiente de frecuencia de espiras multiples del mismo tipo al implementado en Maryland por Erickson [1], cuyo comportamiento es semejante al de una antena parabólica de área variable en función de la frecuencia. Además cuando se asocian más de una de estas antenas, computacionalmente, esta parabola de diámetro creciente permite que su lobulo de recepción pueda dirigirse en fracciones de segundo a cualquier lugar de la bóveda celeste permitiendo el estudio simultáneo en función de su sensibilidad y resolución, de un gran número de radiofuentes. La optimización del lobulo de la antena obteniendo la cartografía de temperaturas de la bóveda celeste y de fuentes de emisión decamétricas conocidas como Casiopea, la Virgen y otras radiofuentes de recepción óptima a nuestra latitud, así como la de sus preamplificadores de bajo ruido no solo generará tesis y algunos artículos, sino que también permitirá la formación de las estructuras teoricas y experimentales



radioastronómicas y astrofísicas desde su base en nuestra Facultad. Después de esta fiabilización, actividad solar traducida en ráfagas solares decamétricas del tipo I hasta IV podrán estudiarse. En el caso de Júpiter las ráfagas L de larga duración y las S de corta duración podrán también analizarse al registrar radiación electromagnética de polarización circular provenientes tanto del Sol como de Júpiter. En etapas posteriores de desarrollo, es decir, cuando se incrementará el número de las antenas cónicas y la resolución del sistema radioastronómico, espectrografía temporal y de frecuencia de estos fenómenos emisivos serán procesados y comparados con observaciones similares de otros radiotelescopios. Con el aumento del número de antenas y de nuestra credibilidad observacional y teorica, se participará en proyectos de investigación espacial y en un futuro cercano, cuando se tenga un radiotelescopio espectrográfico e interferométrico de gran superficie [2], intercambios académicos a todos los niveles así como científicos podrán realizarse de forma permanente.

2.- LA ANTENA CONICA

2.1.- PRINCIPIOS Y GEOMETRIA.

Las antenas cónicas de espiras múltiples, tienen propiedades de radiación o de recepción independientes de frecuencia y de impedancia en bandas pasantes importantes [3]. Estas propiedades se obtienen cada vez que se cambia su frecuencia de uso, ya que conserva su estructura original pero con una aumentación o disminución de sus dimensiones electricas o de su área que depende de $A = \lambda^2 / 3$. La banda pasante esta determinada por la región que controla todas las características primarias del campo electromagnético. Esta banda pasante está limitada por el cociente de las dimensiones $B_s = D/d$ en donde D es el diámetro mayor de la base del cono y d es la base menor superior del cono fig.1. Las características geométricas de la antena son: 8 alambres de Cu distribuidos sobre 2π , $\alpha = 76^\circ$ con una altura hasta su vertice virtual de 9 metros y una base de enrollado efectivo de ≈ 5.50 metros. La banda útil de frecuencia dentro de las características electricas va de 15 a 110 Mhz, la impedancia es del orden de 300Ω , el lobulo a potencia media es de $\pm 50^\circ$, polarización circular (D,I) con una ganancia en la banda de ≈ 6 dB según la fig. 2.

2.2.- SEÑAL DE SALIDA HACIA COAXIAL.

Una antena constituida de 8 alambres tiene la posibilidad de ser activada con $N-1=7$ modos posibles y diferentes en función de la expresión $\exp \pm j(2\pi/N)mk$, con $m=1$ y $k=0,1,\dots,7$ por lo que para la fase de conmutación de 0° (0+++)) en los alambres (1,5-2,6-3,7-4.8) el voltaje de salida

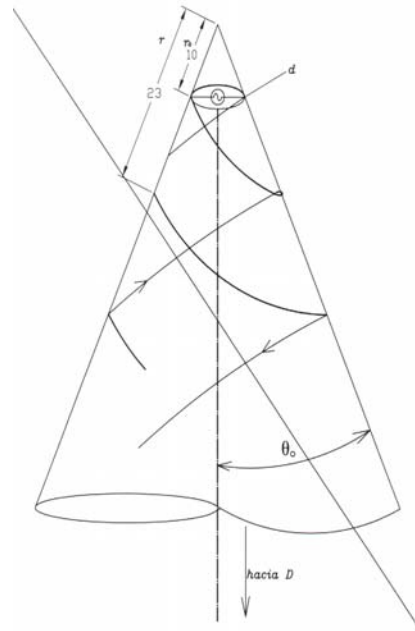


Fig. 1.- Parámetros de la antena cónica independiente de frecuencia.

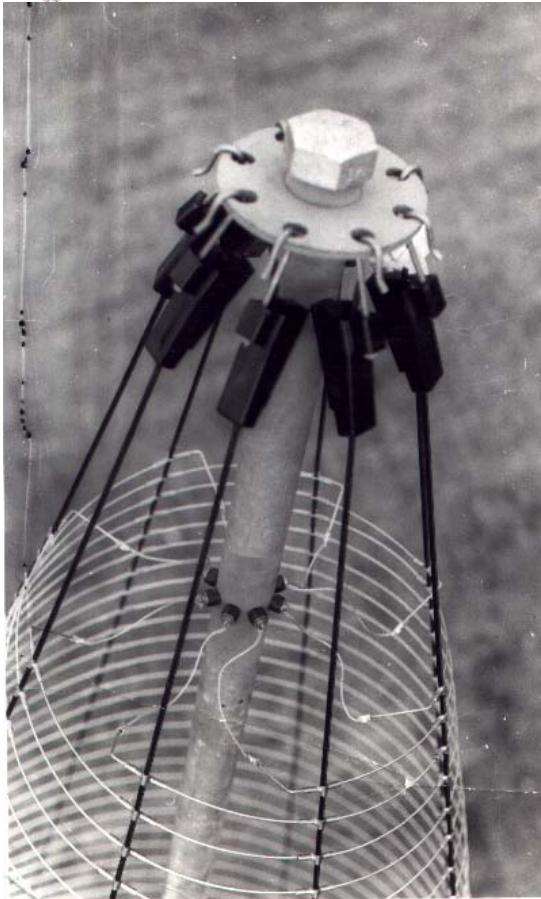


Fig.2.- Geometría de la parte superior de la antena cónica independiente de frecuencia. tendrá la expresión:

$$V_{T1} = \sum_{k=1}^{N-1} a_n v_n = e^{j \frac{2\pi}{N} km} = \left(\frac{1}{8} V_0; e^{jn(m-1) \frac{2\pi}{N}} \right)$$

las fases de rotación subsecuentes en paso de rotación de 45° en 45° efectuado por diodos localizados en la parte superior de la antena producirán un total de 8 voltajes de salida que se suman en un balún enviándose hacia el preamplificador de bajo ruido según se muestra en la fig.3.

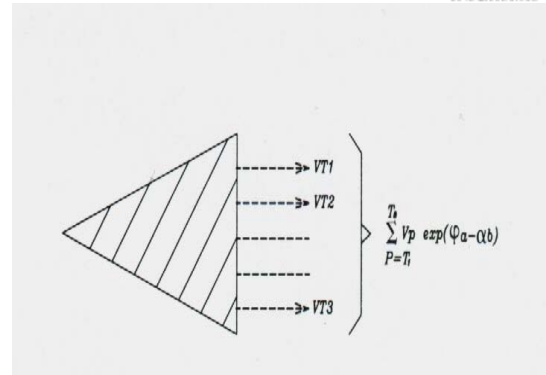


Fig.3a.- Voltajes de salida en los 8 alambres de la antena cónica.

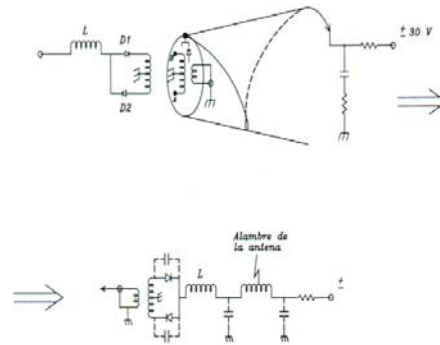


Fig.3b.- Balún y diodos de conmutación en la parte superior de la antena cónica

2.3.- AREA EQUIVALENTE DE LA ANTENA.

En función de la frecuencia de utilización, ya sea con receptores de frecuencia fija, de barrido de frecuencia o de analizadores de espectro, la ganancia en la banda decaométrica de la antena es constante y del orden de 6dB. Su área equivalente, ya que este tipo de antena se comporta como una antena parabólica de diámetros variables en función de la frecuencia se indica en la tabla I. Aquí observamos que entre más baja sea la frecuencia de utilización, el diámetro de la parábola es más grande, disminuyendo según aumentemos la frecuencia de recepción. El lóbulo de recepción y la variación superficial se muestran en la fig. 4

Antena de 9m de altura y de 6 m de diámetro de base			
f_{Mhz}	λ_m	A(m ²)	Diámetro Equiv.
25	12	48	7



50	6	12	3.5
75	4	5.3	2.3
100	3	3	1.7

Tabla I.- Areas equivalentes y diámetros de recepción de una antena cónica.

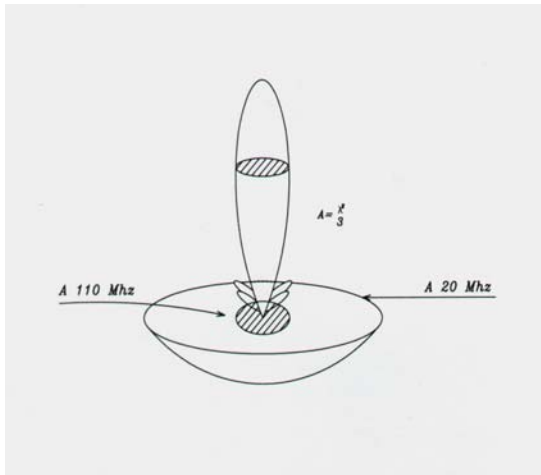


Fig.4.- Lobulo de recepción de una antena cónica y diámetros equivalentes parabólicos.

2.4.-FISICA RADIATIVA DETECTABLE.

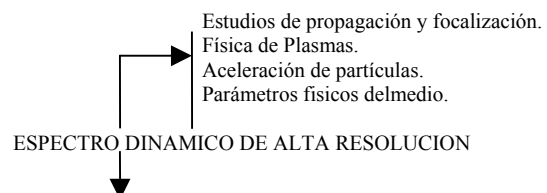
2.4.1.- ACTIVIDAD SOLAR. En ondas decamétricas, la actividad proviene de la alta corona (de 1 a 3 radios solares) y se deben a la interacción de electrones supertermicos en el plasma coronal [4]. Estos permiten el estudio de regiones que son inaccesibles a la observación óptica o en otros rangos del espectro electromagnético, en particular los fenómenos de aceleración y de propagación de partículas en la corona, las ondas de choque y las características físicas de los plasmas relacionados con los mecanismos de emisión. La Física Radiativa involucrada en el Sol proviene de 5 tipos de ráfagas diferentes: El tipo I que es una emisión continua, más una sucesión de ráfagas de corta duración (< a 1 seg.) asociadas con las manchas solares de campos magnéticos intensos. El tipo II, que son ondas de choque causadas por emisiones cromosféricas, saliendo de la corona solar hacia el medio interplanetario a velocidades de alrededor de 1000 Km/seg., estas se mueven lentamente en minutos, de las altas a las bajas frecuencias radio. Se piensa que estas son causadas por oscilaciones de plasma inducidas durante el paso de una onda de choque. El tipo III, que resultan de la eyección de haces electrónicos relativísticos con velocidades de alrededor de 10000 Km/seg.. El



tipo IV, que es la emisión sincrotrón de electrones atrapados en la parte superior de un bucle magnético en la corona, o en una burbuja de plasma a velocidades de alrededor de 100 Km/seg.. Estas son radoráfagas altamente polarizadas. El tipo V, ráfagas que se atribuyen a electrones de alta energía encerrados en arcos magnéticos coronales.

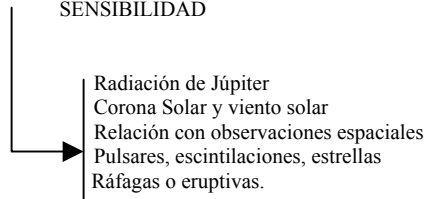
2.4.2.- LOS PLANETAS. La Tierra Júpiter y Saturno tienen radiaciones no térmicas en bajas frecuencias debido a la precipitación de partículas de alta energía dentro de su atmósfera. El estudio de esta radiación permite analizar el campo magnético, el proceso de aceleración y la dinámica de partículas en las magnetosferas y el efecto de sus satélites en estos fenómenos. La Física Radiativa de Júpiter es generada naturalmente debido a las inestabilidades del plasma en su magnetosfera por lo que se piensa que existen comportamientos de radiación maser en los polos magnéticos de Júpiter que pueden llegar a opacar al Sol en estas frecuencias. Además su satélite Io se encuentra en actividad, lanzando materia volcánica, lo que forma un estator o dona gaseosa, produciendo el flujo de millones de Watts de potencia, generando las corrientes eléctricas más intensas de nuestro sistema solar. Cuando la Tierra es barrida por esta radiación, se recibe de 15 a 40 Mhz, produciéndose las ráfagas de tipo L (Long Bursts) y las ráfagas del tipo S (Short Bursts).

2.4.3.- OTROS DOMINIOS DE ESTUDIO. Con una sola antena cónica se detectarán las radiaciones solares y las de Júpiter, pero si se tiene un sistema radiotelescópico decamétrico de gran sensibilidad [2] (más de 8 antenas), esto nos permitirá detectar emisiones provenientes de pulsares, estudiar las escintilaciones y asociarse a experiencias espaciales con centros de investigación como son la NASA y el ESO europeo. Programas complementarios de investigación que pueden desarrollarse con un radioespectrográfico de 8 x 8 antenas se muestran en el esquema siguiente:





OBSERVACIONES EN λ DECAMÉTRICAS DE ALTA SENSIBILIDAD



3.- CONCLUSIONES.

El proceso de fiabilización radioastronómica de la antena cónica está en curso, asociandola a sus preamplificadores de bajo ruido. El lobulo de recepción previsto en el diseño, se verificará temporalmente mediante el paso del Sol en el zenith. Se prevé la asociación de un analizador de espectro Hewlett-Packard sintonizable en el rango de frecuencia de 10 a 110 Mhz adquirido con el apoyo BUAP. Calibraciones del sistema, con radiofuentes como Cassiopea y Virgo permitirá la verificación de la sensibilidad del sistema. Al mismo tiempo varias tesis serán terminadas en la FCFM, concerniendo las diferentes etapas de construcción, electrónica de bajo ruido, técnicas radioastronómicas, Física de plasmas y cartografía galáctica. Con esto se cumple en un primer nivel, con uno más de los propósitos fundamentales, que es la de iniciar la infraestructura teorica y experimental básica en nuestra Facultad.

4.-AGRADECIMIENTOS.

El presente proyecto esta apoyado en la BUAP por la VIEP, con el número de registro VIEP II24G01.

REFERENCIAS

- [1] Erickson-Fisher. New Steerable Decametric Array. Radio Science. Vol.1,p.387-401. 1974.
- [2] Casselyn León Ventura. Le grand réseau decamétrique á l'Observatoire de Paris. Conferencia INAOE. Feb. 1978.
- [3] Casselyn León Ventura. Multiplicacion de lobulos y control de la banda pasante de antenas conicas decamétricas. Congreso UDLA.1996.
- [4] Casselyn León V. Cartografía de radiofuentes y su Física Radiativa. Congreso SMF. 2001.