



ANTENA MOXON PARA ESTACIONES TERRENAS DE SATELITES METEOROLOGICOS DE ORBITA POLAR

Ing. Juan C. Valdés Abreu¹, Lic. Yohadne Stable Sánchez², MSc. Luis Cimino Quiñones³

RESUMEN

Una de las herramientas de trabajo actual del meteorólogo es la información que se capta desde el espacio circunferente por los satélites de la Tierra. Debido a lo cual, la Meteorología se beneficia con la existencia de satélites en órbitas bajas que cruzan sobre el ecuador y a través de los polos terrestres, enviando continuamente imágenes en formato digital de partes de la Tierra. Estas imágenes aportan importantes datos meteorológicos que permiten realizar los pronósticos del tiempo, con la correspondiente influencia en la economía de los países. Dichos sistemas se soportan por un equipamiento de alta calidad constructiva que posibilita imágenes de alta resolución.

Este trabajo basa su contenido fundamentalmente en el análisis de los parámetros para la construcción de una antena para el desarrollo de una Estación Terrena Receptora (ETR) que permita efectuar la captación de señales de satélites meteorológicos de órbitas polares en la banda de 137 MHz.

Palabras claves: antena Moxon, estaciones terrenas receptoras, satélites meteorológicos.

ABSTRACT

One of the tools of the meteorologist's current work, is the information that is captured by satellites from an orbit in the space around of the Earth. Due to that, the Meteorology benefits with the existence of satellites in low orbits that cross on the equator and through the terrestrial poles, sending images continually in digital format of parts of the Earth. These images contribute with important meteorological data, that allow to carry out the forecast of the time, with the corresponding influence in the economy of the countries. These systems are supported by equipment of high constructive quality that facilitates images with high resolution.

This work bases its content fundamentally on the analysis of the parameters for the construction of an antenna for the development of a Receiving Earth Station that allows to make the reception of signals of meteorological satellites of polar orbits in the band of 137 MHz.

Key words: antenna Moxon, meteorological satellites, receiving hearth station.

ANTENNA MOXON FOR EARTH STATIONS OF METEOROLOGICAL SATELLITES OF IT ORBITS POLAR

INTRODUCCION

Para las estaciones terrenas, que se emplean para la captación de señales de satélites meteorológicos en VHF y los satélites de la AMSAT (de radioaficionados), existen una gran gama de tipos de antenas. Dentro de las más populares se encuentran las de Dipolos Cruzados (Yagui 2+2), Batidoras de Huevos (Eggbeater), Moxon, entre otras [1-11].



Fig. 1 Antenas Yagi a) Dipolos Cruzados (Yagui 2+2) y b) Yagi para 2m y 70cm.

En este proyecto se describe el cálculo mediante el software Moxon Rectangle Generator [12,13] los parámetros y resultados obtenidos en la práctica con este tipo de antena. Posteriormente se emplea el software CST como método de comprobación y rediseño de la Moxon.

Bloques que componen las ETR para Satélites Meteorológicos

La ETR está compuesta de diferentes bloques la antena, preamplificador, receptor de VHF, demodulador, computadora personal (programas seguimiento y decodificación) [3-11,14, 15].

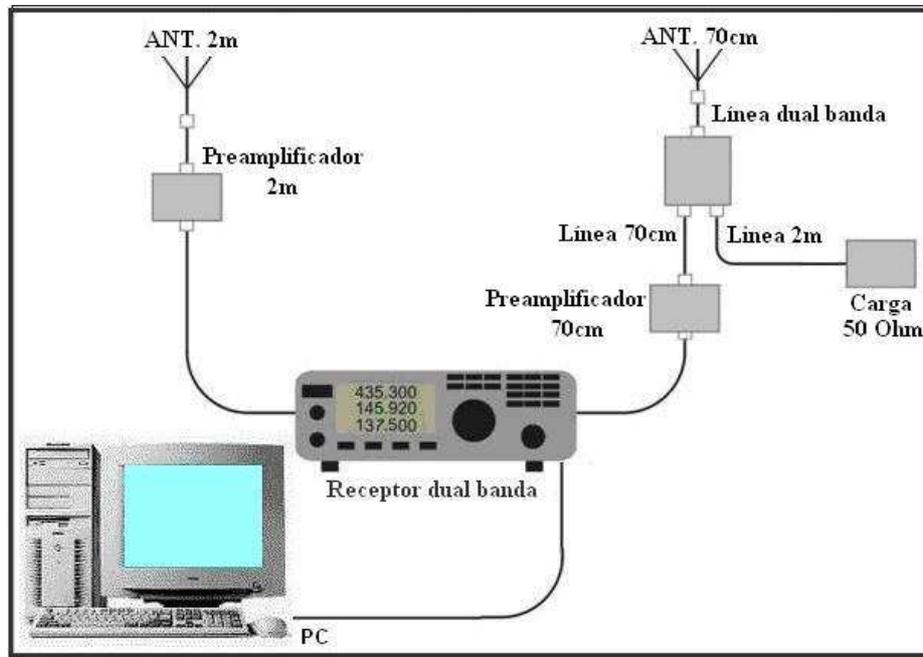


Fig. 2 Bloques de la una estación terrena empleada por un radioaficionado.

ANTENA SELECCIONADA

La antena seleccionada para la estación terrena es la tipo Moxon, debido a la facilidad de construcción y los buenos resultados que han brindado para comunicaciones satelitales en las bandas de 145 MHz y 438 MHz para las comunicaciones satelitales entre los radioaficionados del mundo. Aunque realmente la frecuencia central para el objetivo principal del proyecto es la de 137.5 MHz, se desea que dicha antena tenga una relación de onda estacionara de tensión, VSWR (por sus siglas en ingles), inferior a 2 en la banda de 145 MHz. Con esto se persigue el objetivo de que sea operativa en las comunicaciones con satelitales tanto meteorológicos como de radioaficionados que están presentes en el segmento del espectro radioeléctrico anteriormente definido.

La Moxon es básicamente un rectángulo compuesto por dos elementos, además, posee una impedancia característica de 50 ohm [12, 13]. Para el cálculo de las dimensiones de la misma se emplea el software libre desarrollado por el radioaficionado Dan Maguire, con el indicativo AC6LA.

Los materiales de los que se disponen son:

- Tubo de cobre 5 mm.
- Conector BNC.
- Acrílico para la ubicación del conector.
- Línea de transmisión RG-58U (52 ohm) [16].
- Madera como soporte de los elementos.

CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA ANTENA

Mediante el Moxon Rectangle Generator (fig.3) las dimensiones de la Moxon para la frecuencia de 137.5 MHz quedan de la manera siguiente: A = 783.0 mm, B = 102.7 mm, C= 37.6 mm, D = 150.8 mm y E = 291.0 mm.

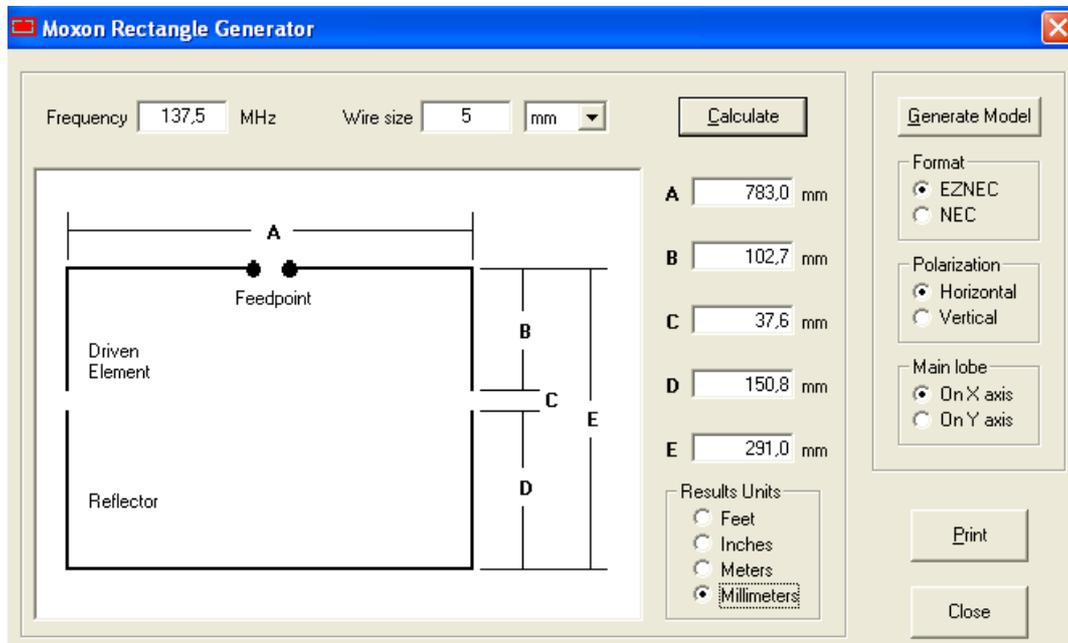


Fig. 3 Herramienta informática Moxon Rectangle Generator.

Como método de comprobación de la geometría de la Moxon se introducen los datos en el CST. En dicha herramienta informática se obtiene como resultado que la antena presenta su frecuencia central en 135 MHz y no en la de 137.5 MHz que es la deseada (fig. 4-8). El ancho de banda de esta antena (Bw) es de 2.4 MHz, donde no están comprendidas las frecuencias deseadas.

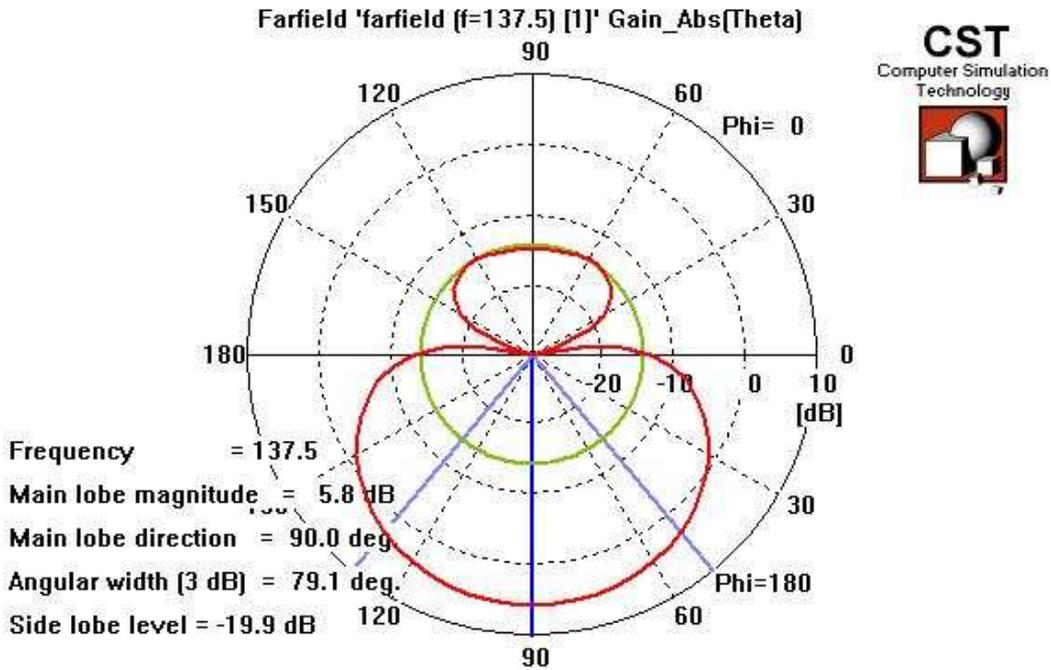


Fig. 4 Diagrama de Radiación (Polar) para 137.5 MHz.

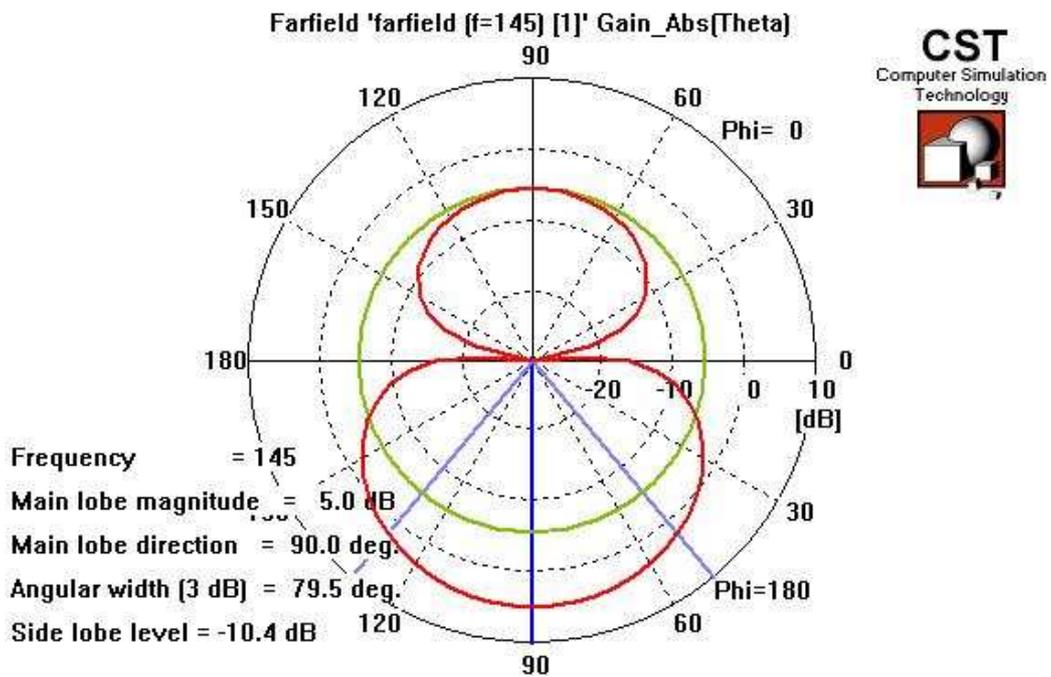


Fig. 5 Diagrama de Radiación (Polar) para 145 MHz respectivamente.

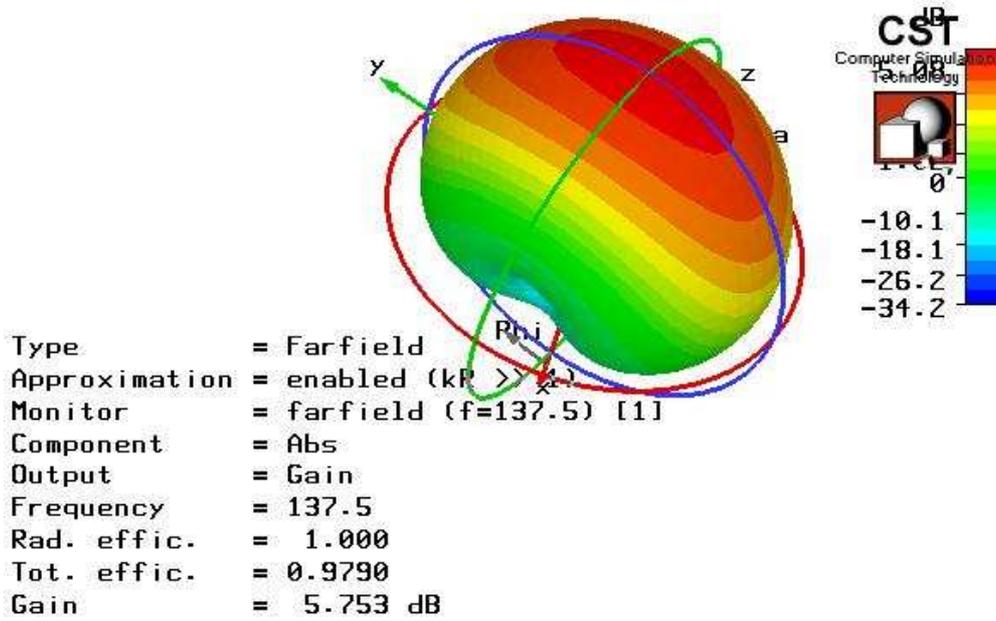


Fig. 6 Fig.6 Diagrama de Radiación (3D) para 137.5 MHz.

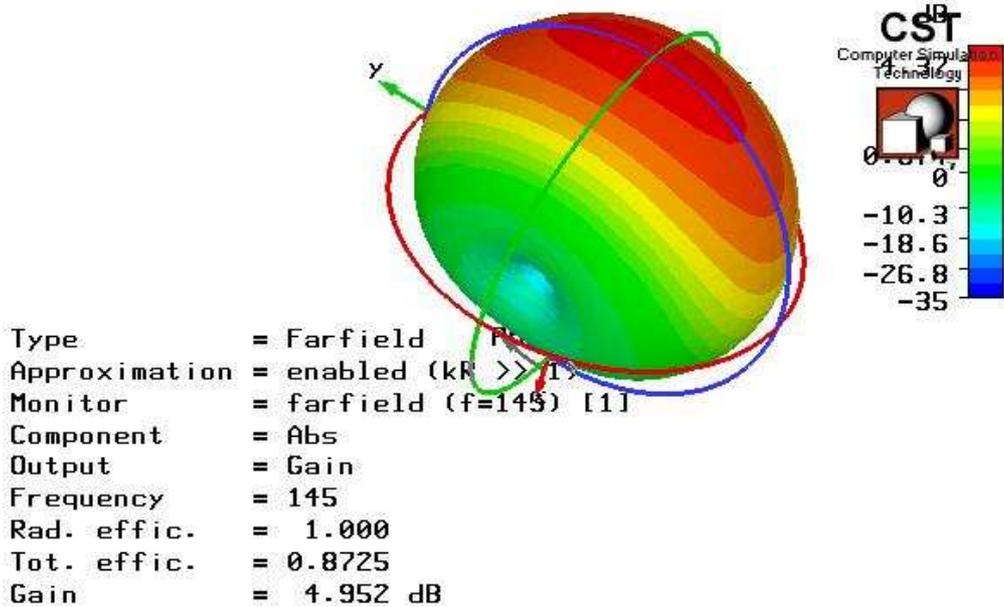


Fig. 7 Fig.6 Diagrama de Radiación (3D) 145 MHz respectivamente.

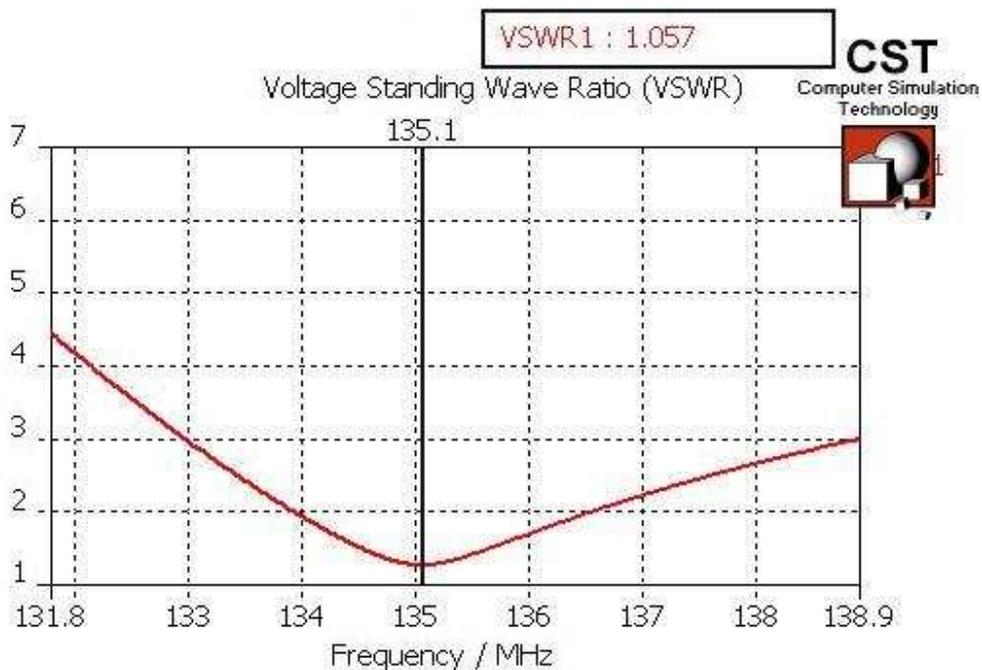


Fig. 8 VSWR, donde se la frecuencia central es la de 135.1 MHz y Bw de 2.4 MHz.

Debido a que los resultados no fueron los esperados se procedió a la optimización de los parámetros de la Moxon empleando el CST. La respuesta se obtenidas se observan en las figuras 9-16, mostradas a continuación:

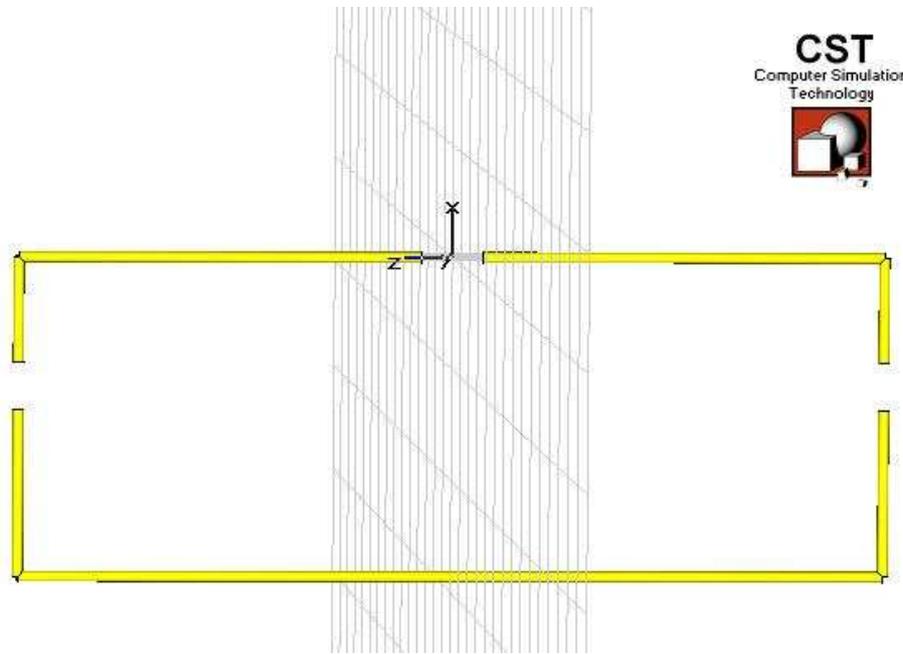


Fig. 9 Antena Moxon simulada en CST.

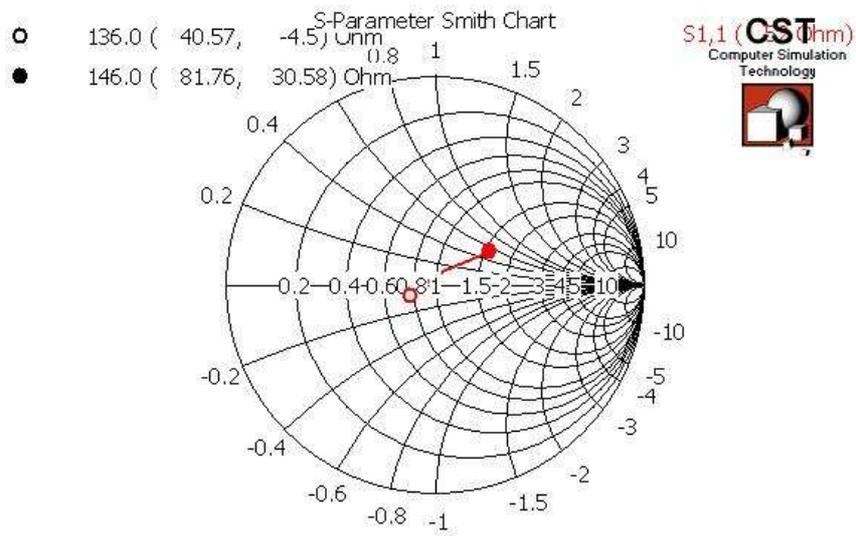


Fig. 10 Carta de Smith.

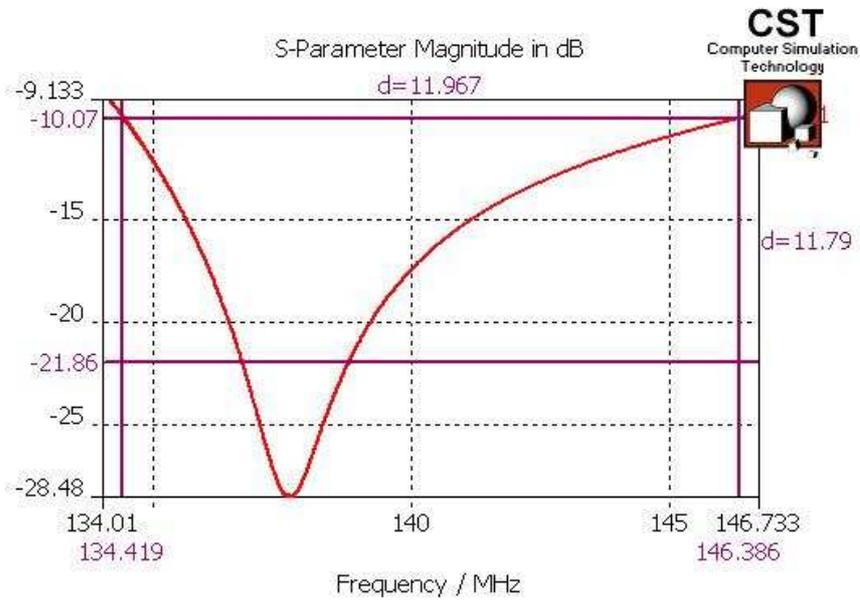


Fig. 11 Pérdidas por retorno S11 en dB.

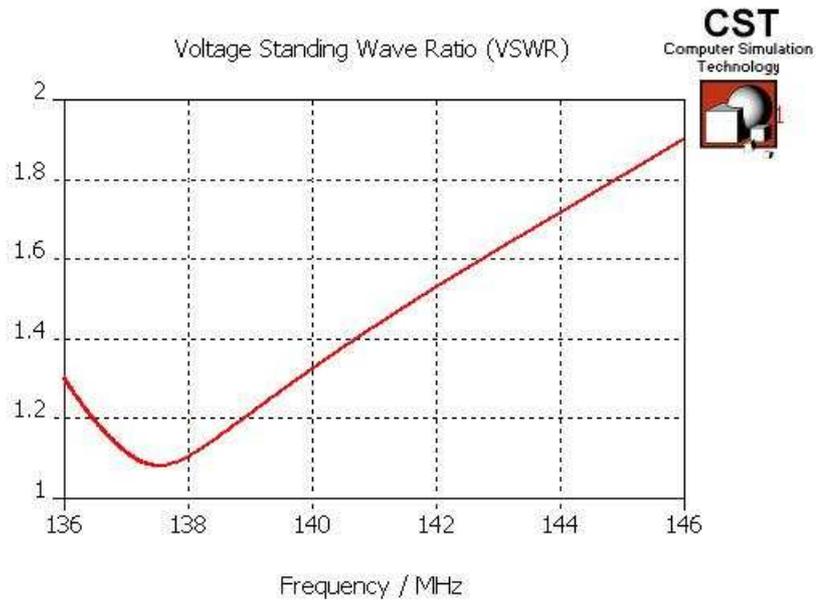


Fig. 12 VSWR

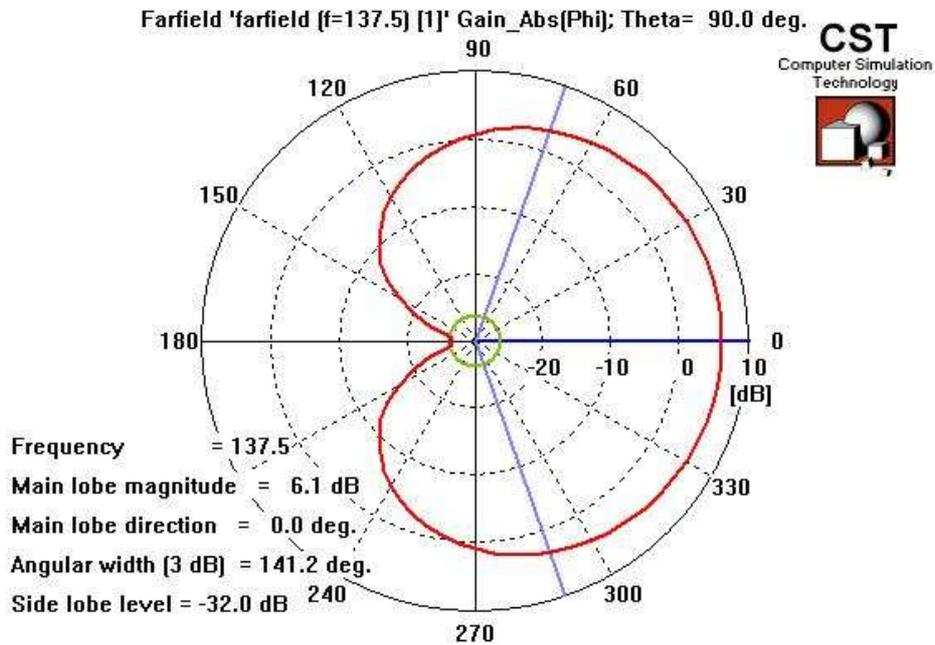


Fig. 13 Diagrama de Radiación (Polar) para 137.5 MHz.

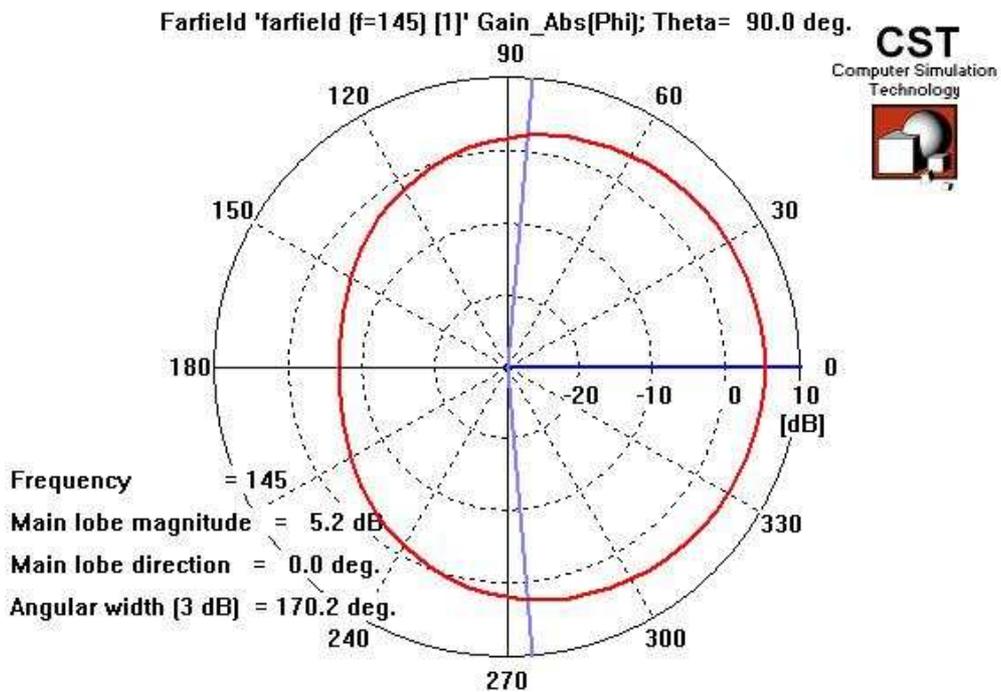


Fig. 14 Diagrama de Radiación (Polar) para 145 MHz.

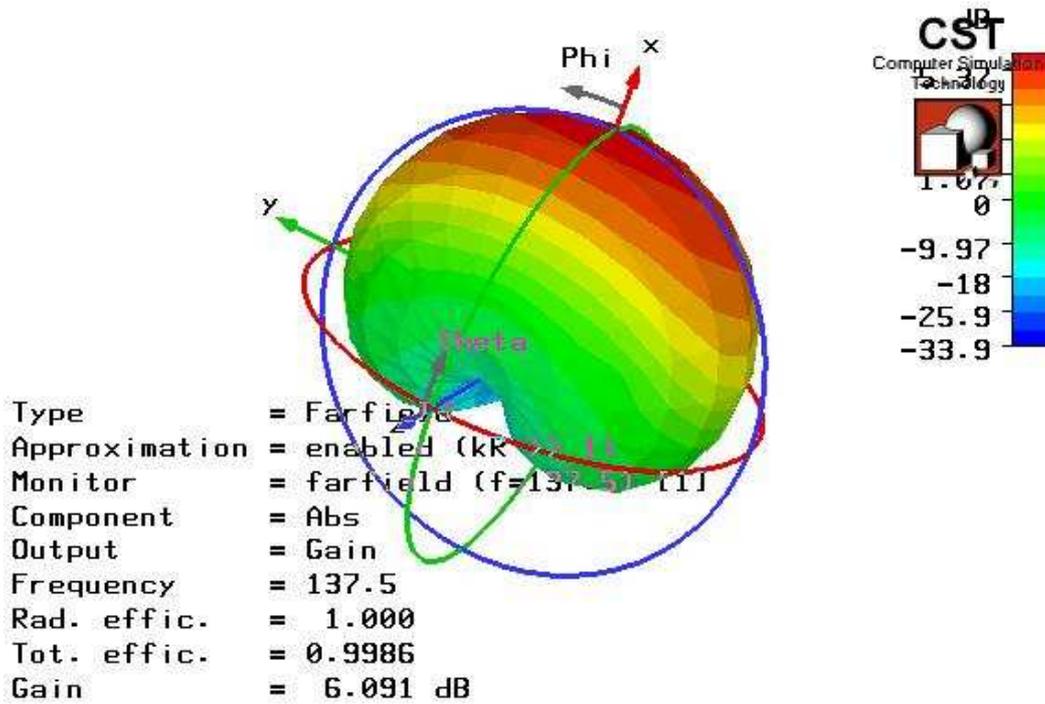


Fig. 15 Diagrama de Radiación (3D) para 137.5 MHz.

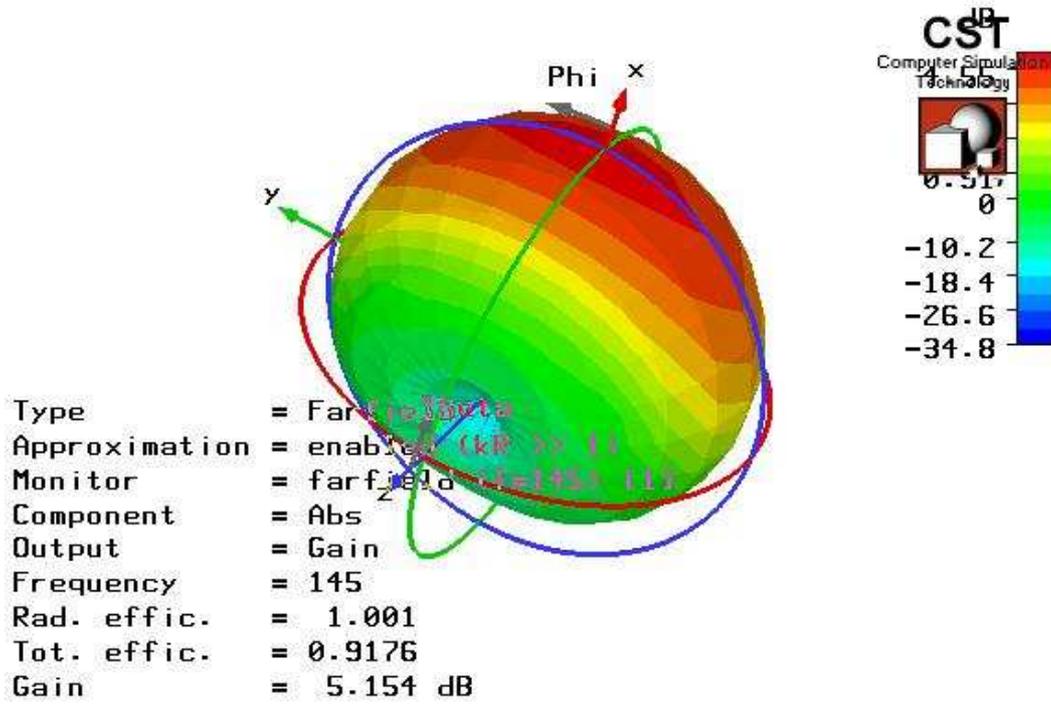


Fig. 16 Diagrama de Radiación (3D) para 145 MHz.

Las dimensiones de dicha antena finalmente quedan de la manera siguiente: A = 765.6 mm, B = 94.4 mm, C = 42.7 mm, D = 148.7 mm y E = 285.8 mm. Con esta geometría se obtiene un ancho de banda aproximadamente 12 MHz ($VSWR \leq 2:1$), $f_0=137.5$ MHz, la ganancia en 137.5 MHz es de 6.091 dB con pérdidas por retorno de -28.48 dB y para 145 MHz posee una ganancia de 5.154 dB.

RESULTADOS

Se realizó la construcción de las dos antenas Moxon, según las dimensiones ofrecidas por las dos herramientas informáticas empleadas. Aunque la verdadera validación, de las antenas, está dada por las características de las señales que son captadas por la ETR. Lo expuesto anteriormente se traduce como la calidad de las imágenes meteorológicas recibidas desde los satélites meteorológicos que operan en la banda de 137 MHz.

Las imágenes mostradas en la figuras 17 a) y b), no pueden ser procesadas por el software correspondiente, debido a que la relación portadora-ruido (C/N_0) es muy baja. Lo que demuestra que la antena no tiene un óptimo funcionamiento en las frecuencias deseadas, o sea, no está resonando. Lo anteriormente demostrado, de manera experimental, se había obtenido con anterioridad en el CST.

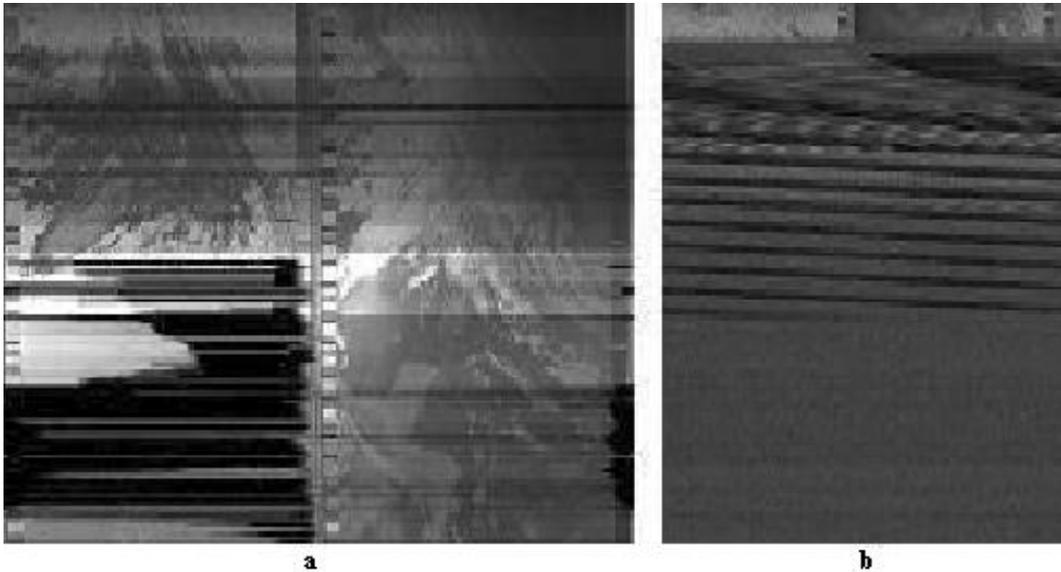


Fig. 17 Imágenes obtenidas en la frecuencia de 137.100 MHz (Satélite NOAA-19) y 137.620 MHz (Satélite NOAA-15) con la antena Moxon con las dimensiones dadas por el software Moxon Rectangle Generator.

Las imágenes obtenidas con la Moxon rediseñada en el CST (figuras 18 y 19) pueden ser procesadas por el software correspondiente, ya que el parámetro C/No cumple con los requerimientos necesarios para realizar esta operación.

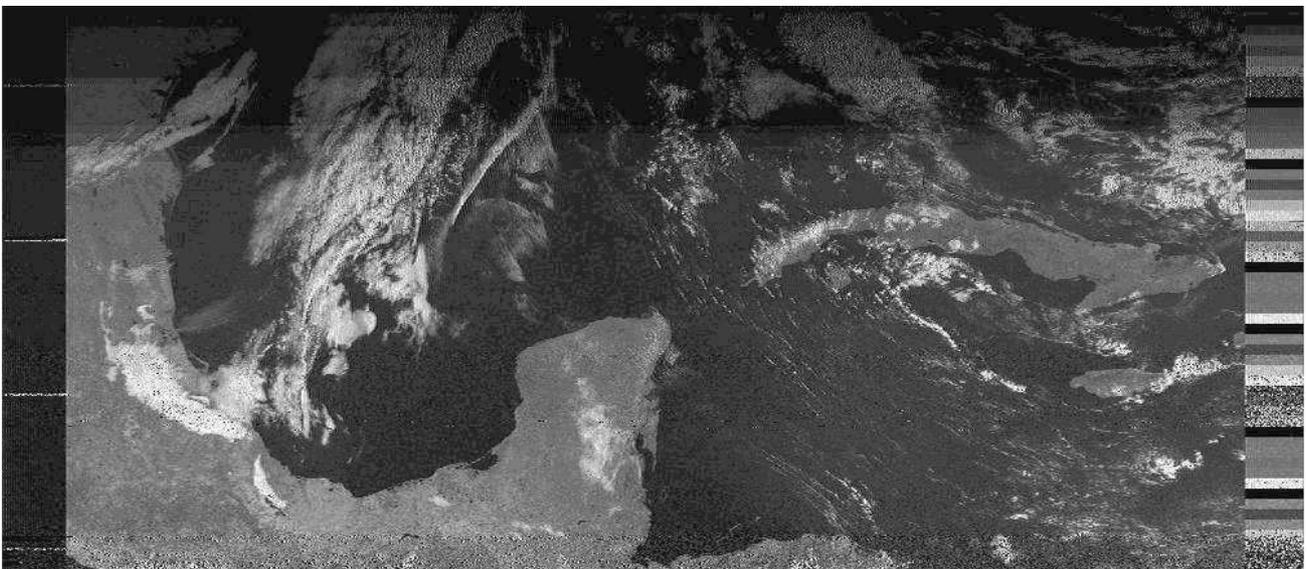


Fig. 18 Imagen en bruto obtenida en la frecuencia de 137.9125 MHz (Satélite NOAA-18) con la antena Moxon después de optimizarla con las dimensiones dadas por el software CST.



Fig. 19 Imagen procesada obtenida en la frecuencia de 137.9125 MHz (Satélite NOAA-18) con la antena Moxon después de optimizarla con las dimensiones dadas por el software CST.

CONCLUSIONES

Como se demostró el programa de cómputo Moxon Rectangle Generator puede emplearse para tener un estimado de las dimensiones de las antenas Moxon que se desean construir. Sin embargo CST es una herramienta mucho más potente en la que pueden introducirse las características específicas de los materiales.

La calidad de las imágenes recepcionadas demuestra la eficacia y utilidad de la antena simulada y construida. Con lo cual se cumple el objetivo principal del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <<http://www.amsat.org/amsat-new>> [Consulta: 5 abril 2012]
2. <<http://www.w3c.org/TR/1999/REC-html401-19991224/loose.dtd>> [Consulta: 5 abril 2012]
3. **VALDÉS ABREU, JUAN C.:** “Curso de Comunicaciones por satélite”, Facultad Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana 2011.
4. **CIMINO QUIÑONES, LUIS; VALDÉS ABREU, JUAN C.:** “Manual de Laboratorio del curso de satélites artificiales”, Tercera Edición. Cátedra Aeroespacial, InSTEC, La Habana 2011.
5. **VALDÉS ABREU, JUAN C.; CIMINO QUIÑONES, LUIS; STABLE SÁNCHEZ, YOHADNE:** “Diseño de estaciones terrenas receptoras para la recepción de señales de satélites meteorológicos de órbita polar”. Publicado en el disco compacto del V Congreso Cubano de Meteorología. Diciembre 2009, ISBN-978-959-7167-20-4.
6. **VALDÉS ABREU, JUAN C.:** “Diseño de estaciones terrenas para la recepción de señales de satélites meteorológicos de órbita polar”. [Trabajo de Diploma]. Facultad Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana. 2007.
7. **VALDÉS ABREU, JUAN C.:** Modelación de la Estación Terrena del InSTEC. Forum Científico Estudiantil, InSTEC. La Habana, 2009.
8. **VALDÉS ABREU, JUAN C.:** Diseño, construcción e instalación de una Estación Terrena. Forum Científico Estudiantil, InSTEC. La Habana, 2009.
9. **VALDÉS ABREU, JUAN C. Y YOANDY ALONSO DÍAZ.:** Historia de los Satélites Meteorológicos. III Forum Provincial de Historia, La Habana, 2007, InSTEC.

10. **VALDÉS ABREU, JUAN C. Y ALONSO DÍAZ, YOANDY:** Recepción de la Señal de Satélite para un Laboratorio Docente. Forum Científico Estudiantil, La Habana, 2006, InSTEC.
11. **VALDÉS ABREU, JUAN C.:** Recepción de Señales e Imágenes Meteorológicas mediante Satélites. Forum Científico Estudiantil, La Habana, 2004, InSTEC.
12. <<http://www.moxonantennaproject.com/KJ4IVD/kj4ivd.htm>> [Consulta: 2 feb. 2012]
13. <<http://www.moxonantennaproject.com/MoxGenOCX.zip>> [Consulta: 2 feb. 2012]
14. Estación receptora de satélites NOAA http://webs.uvigo.es/cactiweb/s_teledelec/naaadot.htm [Consulta: 20 nov. 2011]
15. **INTELSAT:** Handbook Earth Station Technology, Washington, DC June 1999.
16. Perdidas-coaxial [en línea]. <<http://www.todoantenas.cl/perdidas-coaxial.html>> [Consulta: 2 febrero 2012]

AUTORES



Juan Carlos Valdés Abreu, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica (Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, ISPJAE 2009), estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones y Telemática, Profesor Instructor del departamento de Meteorología de la Facultad de Medio Ambiente (FaMA), Miembro de la Junta Directiva de la Cátedra de Estudios Aeroespaciales del Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Aplicadas (InSTEC), Profesor Instructor del departamento de Telecomunicaciones y Telemática de la Facultad de Eléctrica del ISPJAE. La Habana, Cuba. jcvabreu@instec.cu



Yohadne Stable Sánchez, Licenciada en Bibliotecología y Ciencia de la Información (Universidad de La Habana, UH 2009), Centro de Meteorología Agrícola (AGROMET) del Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET), La Habana, Cuba. yohadne.stable@insmet.cu



Luis Cimino Quiñones, Licenciado en Física (UH 1976), Maestro en Ciencias en Física Nuclear (Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Nucleares, ISCTN 1996), Profesor Consultante del departamento de Meteorología de la Facultad de Medio Ambiente (FaMA) y Presidente de la Cátedra de Estudios Aeroespaciales del InSTEC. La Habana, Cuba. cimino@instec.cu