

Comprobación del comportamiento autosimilar de la distribución de corrientes sobre la superficie de la antena fractal de Sierpinski mediante termografías de infrarrojos.

MÓNICA NAVARRO, J.M. GONZÁLEZ ARBESÚ (*), CARLES PUENTE, JORDI ROMEU
GRUPO DE INGENIERÍA ELECTROMÁGNÉTICA Y FOTÓNICA,
DEPTO. TSC, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA,
c/Gran Capità s/n, Mòdul D3 Campus Nord, 08034 Barcelona
correo electrónico: navarro@voltor.upc.es
*GRUPO TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES
DEPTO. IEC, CPS UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
c/María de Luna, 3, 50015 Zaragoza
correo electrónico: arbesu@posta.unizar.es

Abstract:

Experimental verification of the Sierpinski Fractal Antenna surface current distribution is presented. Measured data from an infrared camera agree with numerical data showing a self-similar behavior in the current density distribution over the fractal antenna surface. This result gives a better insight on the multiband behavior of the fractal-shape antenna.

1. Introducción

En este artículo se presentan nuevos resultados experimentales en relación con la caracterización de la antena fractal de Sierpinski, cuyo comportamiento ha sido descrito en varias publicaciones previas [1-3]. La principal característica de esta antena es su comportamiento multibanda, asociado a la propiedad de autosimilitud que caracteriza la estructura geométrica fractal. El comportamiento multibanda ha sido descrito básicamente a partir de sus principales parámetros de entrada y diagramas de radiación [1-3], tanto simulados como medidos.

En este trabajo se ha aprovechado una nueva herramienta de medida basada en la termografía de infrarrojos (IR), para la verificación de la distribución de corrientes sobre la superficie de la antena, aportando con ella una nueva comprobación del comportamiento multibanda de la antena de Sierpinski.

2. Diseño

La antena fractal analizada está basada en el triángulo equilátero de Sierpinski, generado hasta un 5º nivel de iteración. Dentro de la estructura global se encuentran varias copias reducidas de ella misma, en cinco niveles de escalado diferentes. El factor de reducción de escala asociado a cada nivel viene determinado por el logoperiodo δ que caracteriza la geometría fractal, en este caso $\delta=2$, por lo que los respectivos niveles tendrán asociadas las alturas siguientes: h , $h/2$, $h/2^2$, $h/2^3$, $h/2^4$, siendo h la altura total de la antena.

El comportamiento electromagnético de una antena puede ser explicado a través de la distribución de la densidad de corriente sobre su superficie. En este sentido el comportamiento multibanda de la antena fractal de Sierpinski ha sido explicado a través de la existencia de una

región activa [3], entendida como la región de densidad de corriente sobre la superficie que aporta la contribución más significativa al fenómeno de radiación. Una antena multibanda se caracteriza por presentar los mismos parámetros característicos (impedancia y diagrama de radiación) en varias bandas. Este comportamiento se consigue mediante un autoescalado de la región activa para cada frecuencia de trabajo. En la Fig.1 se puede observar como para cada banda de trabajo de la antena Sierpinski 60º la región activa (rodeada con un círculo) se reescala por un factor dos cada vez que disminuimos la longitud de onda operativa, tendiendo a concentrarse hacia el vértice de alimentación de la antena. Es también interesante señalar que la distribución de corriente en la región activa se mantiene en las diferentes bandas de trabajo, como puede observarse en la columna de la derecha de la Fig.1, donde se ha representado de forma ampliada (aplicando el correspondiente factor de escala) la región activa en cada una de las bandas simuladas. La distribución de la densidad de corriente representada en la Fig.1 se ha obtenido aplicando un algoritmo basado en el método FDTD [4].

3. Resultados

Para verificar el comportamiento de la antena que apuntan los resultados numéricos, se han diseñado dos antenas Sierpinski de 60º impresas sobre fibra de vidrio cuyas pérdidas son las que permiten adquirir las imágenes térmicas. Todas las antenas trabajan a la misma frecuencia (2.45 GHz, prefijada por el sistema de medida TIR [5] del que se dispone), aunque dicha frecuencia se ha asociado a una banda distinta en cada antena reescalando oportunamente su tamaño. Las bandas de frecuencia medidas son la 2ª para la antena de menor tamaño ($h_2=6$ cm) y la 3ª para la antena

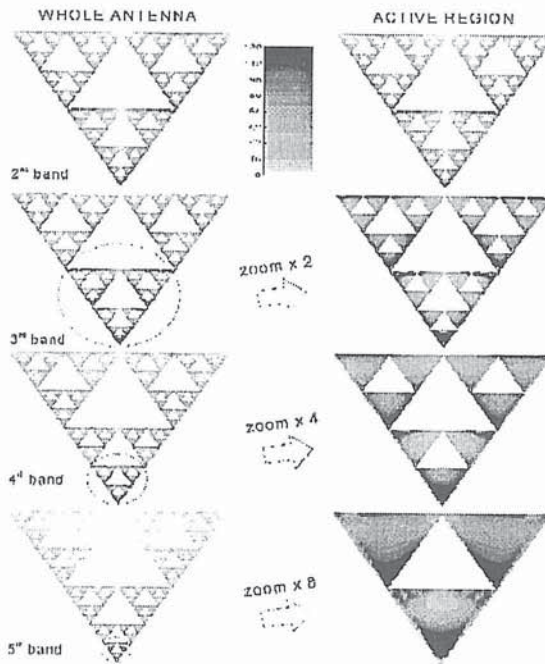


Figura 1: Módulo de la densidad de corriente (componente vertical) distribuida sobre la superficie de la antena Sierpinski (simulación basada en el método FDTD), en las distintas bandas operativas (la imagen inferior corresponde a la frecuencia superior) [3], [4].

mayor ($h_3=12$ cm), respectivamente. Se mide directamente la 2ª banda debido a las pequeñas dimensiones que supondría medir la 1ª, así como a la elevada resolución que requeriría en tal caso la cámara de IR.

En la Fig.2. se han representado las imágenes termográficas obtenidas para la segunda y tercera banda de trabajo, respectivamente. Es interesante observar que, efectivamente, la región activa, zona más brillante de la imagen, se contrae al aumentar la banda de trabajo. Cuando operamos en la segunda banda, la corriente se concentra en la mitad inferior de la estructura, y la altura de la región activa es aproximadamente $h_2/2$. Sin embargo para la antena que opera en la tercera banda la región activa se concentra en un triángulo de altura $h_3/4$, manteniendo la misma relación de aspecto relativa a la longitud de onda.

4. Conclusiones

El comportamiento autosimilar de la distribución de corrientes sobre la antena fractal, obtenida por métodos numéricos, queda verificada experimentalmente con la técnica de medida por IR. Si bien los resultados cualitativos aquí mostrados sirven para verificar el comportamiento esencial de la antena, se espera que en futuros trabajos la técnica IR permita reconstruir el comportamiento electromagnético total de la antena fractal [5].

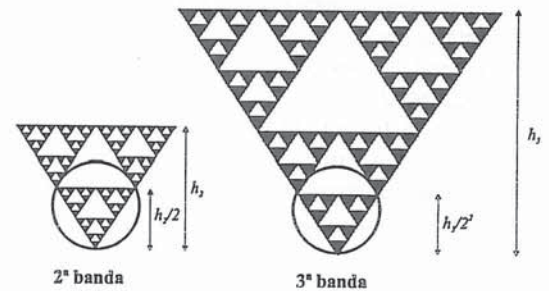
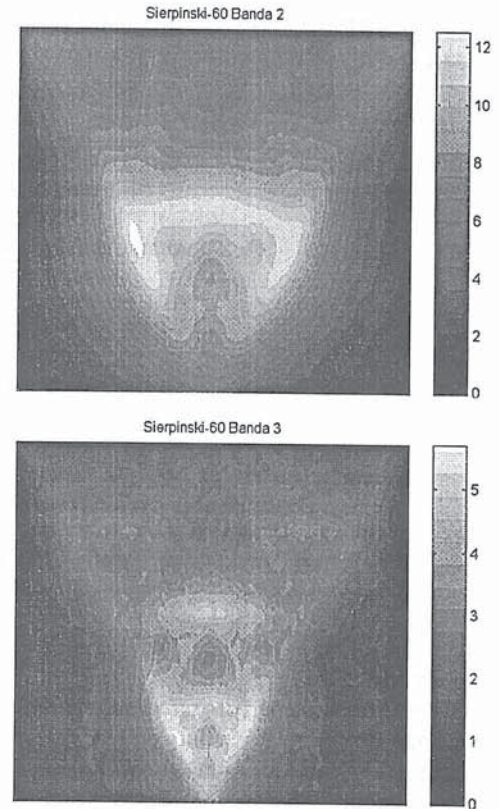


Figura 2: Elevación de la temperatura en la superficie de la antena medida en la segunda y tercera banda de trabajo de la antena Sierpinski-60°. Plantillas de las antenas medidas ($h_2=6$ cm, $h_3=12$ cm).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto CICYT TIC-96-07224-C06-04.

Referencias

- [1] C. Puente, J. Romeu, R. Pous, X. García, F. Benítez, "Fractal Multiband Antenna Based on the Sierpinski Gasket", *IEE Electronics Letters*, 32, 1, 1-2 (1996).
- [2] C. Puente, J. Romeu, R. Pous, A. Cardama, "Multiband Fractal Antennas and Arrays", *Fractals in Engineering*, J.L.Véhel, E. Lutton, C.Tricot editors, Springer, New York 1997.
- [3] C. Puente, J. Romeu, R. Pous, A. Cardama, "On the Behavior of the Sierpinski Multiband Fractal Antenna", *IEEE Trans. on Antennas & Propagation*, (1998).
- [4] F.Benítez, "Simulación y Análisis de una Antena Fractal con el Método FDTD", dtor. R. Pous, PFC, UPC (1995).
- [5] J. D. Norgard: "Infrared/Microwave Correlation Measurements", *Optical Engineering*, 33, 1, (1994).