

# Agrupación submuestreada operando en modo fractón utilizando antenas microstrip inspiradas en el fractal de Sierpinski

Jaume Anguera, Gemma Montesinos, Carles Puente, Carmen Borja, Jordi Soler  
Departamento de Tecnología. Fractus. Alcalde Barnils s/n 08190 Barcelona, Spain.  
jaume.anguera@fractus.com

**Abstract**— A high-directivity microstrip array using multilevel elements based on a fractal geometry is theoretically compared with one using a circular patches. Within the same electrical area, the same directivity can be obtained. However, the number of elements for the fractal-based array is 2.84 times less, reducing the complexity of the feeding network and overall array.

**Keywords**— Antenas microstrip, geometría fractal, agrupación de antenas

## I. INTRODUCCIÓN

Las agrupaciones de antenas microstrip son una alternativa a los reflectores parabólicos debido a su bajo perfil y mayor sencillez mecánica [1], [2]. Sin embargo existe todavía un problema que es el asociado a la complejidad de la red de alimentación especialmente para agrupaciones con un elevado número de elementos radiantes [3], [4]. Se necesita por tanto un gran espacio para la red de distribución. Además el problema se agrava si hay que integrar otros dispositivos de microondas como amplificadores, desfasadores, filtros, redes de adaptación entre otros. Por este motivo se presenta en la siguiente comunicación un esquema de agrupación submuestreada utilizando elementos radiantes microstrip inspirados en la geometría fractal de Sierpinski [5].

En una agrupación clásica formada por elementos microstrip y alimentación coherente se requiere un espaciado menor que la longitud de onda para evitar lóbulos de difracción, es decir, tiene que cumplirse el criterio de Nyquist. Con la utilización de los elementos inspirados en el fractal de Sierpinski se podrá disminuir el muestreo por debajo del habitual. Con la presente técnica se obtiene una agrupación con un número menor de elementos que la de una agrupación clásica para una misma directividad [6]. Esta reducción en el número de elementos es muy importante ya que simplifica enormemente la red de distribución y por tanto facilita la integración de otros dispositivos de microondas. La presente técnica puede ser de especial interés para aplicaciones de antenas embarcadas en satélites por ejemplo [7].

La comunicación presenta por un lado el elemento radiante utilizado. Por el otro lado, se presenta el diseño propuesto en comparación con uno de convencional.

## II. EL ELEMENTO RADIANTE

El elemento básico de la agrupación es una antena microstrip pajarita basada en el fractal de Sierpinski [5], [8].

Con el objetivo de comparar la agrupación submuestreada con una clásica, se diseñan primero los elementos radiantes: uno circular y otro basado en la pajarita fractal de Sierpinski (Fig. 1). Los parches de la Fig. 1 están trabajando a la misma frecuencia. Los parches se han adaptado mediante una isla capacitiva para poder cancelar el efecto inductivo de la sonda coaxial de alimentación [9]. El tamaño eléctrico del parche pajarita de Sierpinski es mayor ya que está operando en un modo fractón o modo de alta directividad [8]. En el presente caso, el parche circular presenta una directividad de 9.2dB mientras que la pajarita de Sierpinski presenta 13.5dB según los resultados obtenidos mediante método de momentos [10].

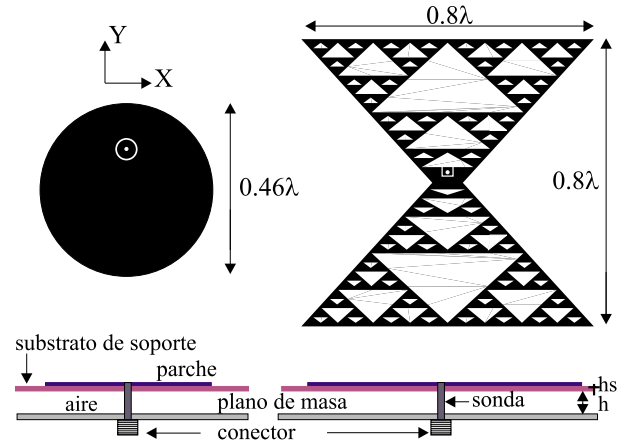


Fig. 1. Parche circular y parche pajarita de Sierpinski [5]

Para ver las ventajas de la agrupación operando en un modo fractón, la siguiente sección presenta una comparación de dos agrupaciones: una con el parche circular y el otro con la de la pajarita de Sierpinski [11].

## III. DISEÑO DE LA AGRUPACIÓN

Se diseñan dos agrupaciones bidimensionales alimentadas uniformemente y radiando de manera coherente. La agrupación con parches circulares está formada por  $14 \times 13$  elementos mientras que la basada en el fractal sólo necesita  $8 \times 8$  elementos para obtener la misma directividad ocupando ambas la misma área eléctrica:  $135.5 \lambda^2$  (Fig. 2).

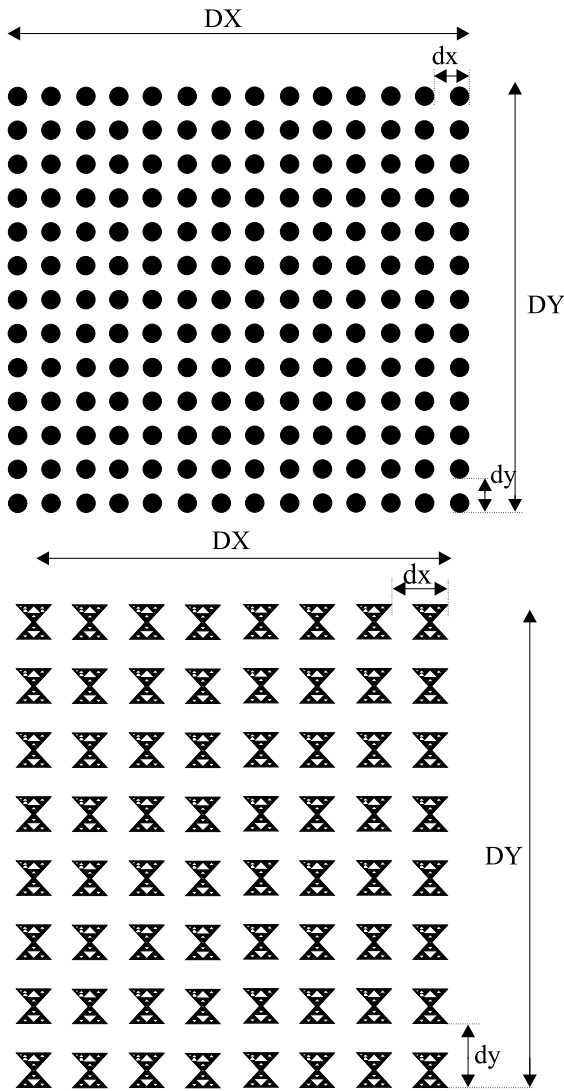


Fig. 2. Esquema de agrupación bidimensional clásico y el basado en la geometría fractal [6]

El espaciado entre elementos para la agrupación con elementos circulares se ajusta para maximizar la directividad. Para el caso de la agrupación operando en el modo fractón, se ajusta de tal forma que el nulo de radiación que presenta el diagrama de la pajarita de Sierpinski coincide con la posición angular del lóbulo de difracción. Como el diagrama no presenta el nulo en la misma posición angular para los planos E y H, el espaciado en la dirección horizontal y vertical es diferente [11]. El resultado que se obtiene es un diagrama de radiación con la misma directividad que el circular y con el mismo nivel de lóbulo principal a secundario (tabla I). Es interesante resaltar que el número de elementos para conseguir la misma directividad en la misma área eléctrica es 2.84 veces menor en la agrupación operando en el modo fractón que en la agrupación clásica con parches circulares. Los resultados se han obtenido aplicando las expresiones habituales de agrupaciones bidimensionales [12].

#### IV. CONCLUSIONES

Se ha demostrado que una agrupación operando en un modo fractón gracias a la utilización de un elemento inspi-

TABLA I  
RESULTADOS PARA LA AGRUPACIÓN CON PARCHES CIRCULARES Y PARA LA FORMADA CON LA PAJARITA DE SIERPINSKI

Parámetro	Circular	Pajarita Sierpinski
Área (DX*DY)	$135.5\lambda^2$	$135.3\lambda^2$
espaciado (dx)	$0.9\lambda$	$1.4\lambda$
espaciado (dy)	$0.9\lambda$	$1.7\lambda$
Elementos	$14 \times 13 = 182$	$8 \times 8 = 64$
Directividad	32.4dB	32.4dB
NLPS	13dB	13dB

rado en la geometría fractal de Sierpinski, permite reducir el número de elementos radiantes. Para una misma área eléctrica, se obtiene la misma directividad con 2.84 veces menos elementos. Esto simplifica drásticamente la complejidad de la red de distribución facilitando la integración de otros componentes de microondas. El peso total de la estructura puede disminuir al emplear este tipo de técnica lo cual es una gran ventaja para aplicaciones espaciales.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Fractus. Multilevel antennas y Under-sampled microstrip arrays using multilevel elements están patentados.

#### REFERENCIAS

- [1] A. Henderson, J. R. James. "Low-Cost flat-plate array with squinted beam for DBS reception", *Proc. IEE*, vol. 134, pp. 509-514, Dec. 1987.
- [2] J. Huang. "A Ka-Band Circularly Polarized High-Gain Microstrip Array Antenna", *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 43, no. 1, pp. 113-116, Jan. 1995.
- [3] E. Levine, G. Malamud, S. Shtrikman, D. Treves. "A study of Microstrip Array Antennas with the Feed Network", *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 37, no. 4, pp. 426-434, April, 1989.
- [4] T. H. Hsieh, C. S. Lee. "Double-layer high-gain microstrip array antenna", *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 48, no. 7, pp. 1033-1035, July, 2000.
- [5] "Multilevel Antennae", Invention Patent WO0122528.
- [6] "Undersampled Microstrip Array Using Multilevel and Space-Filling Shaped Elements", Invention Patent PCT/EP02/07835.
- [7] J. Anguera, G. Montesinos, C. Puente, C. Borja, J. Soler. "High-Directivity Microstrip Array using High-Directivity Fractal-Based Element", *25th European Space Agency (ESA) Antenna Workshop on Satellite Antenna Technology* 18-20 September 2002 ESTEC, Noordwijk, The Netherlands.
- [8] J. Anguera, C. Puente, C. Borja, R. Montero, J. Soler, "Small and High Directivity Bowtie Patch Antenna based on the Sierpinski Fractal", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 31, n3, pp. 239-241, Nov 2001
- [9] J. Anguera, C. Puente, C. Borja, G. Font, J. Soler. "A Systematic Method to Design Single-Patch Broadband Microstrip Patch Antennas", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 31, n3, pp. 185-188, Nov 2001.
- [10] G. Montesinos, J. Anguera, C. Puente, C. Borja, "The Sierpinski fractal bowtie patch: a multifractal-mode antenna". *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, San Antonio, USA June 2002.
- [11] J. Anguera, G. Montesinos, C. Puente, C. Borja, J. Soler. "Under-sampled High Directivity Microstrip Patch Array with a Reduced Number of Radiating Elements inspired on the Sierpinski Fractal", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 37, n2, pp. 100-103, April 2003.
- [12] C. Balanis. "Antenna Theory: Analysis and Design", *John Wiley and Sons*, 2nd. Edition, 1997.