

# ANTENA MICROSTRIP DUAL EN FRECUENCIA BASADA EN EL TRIÁNGULO FRACTAL DE SIERPINSKI

Jaume Anguera, Enrique Martínez, Carles Puente, Carmen Borja y Jordi Soler

Fractus, Departamento de Tecnología, 08190 Barcelona

[Jaume.anguera@fractus.com](mailto:Jaume.anguera@fractus.com)

**Abstract-** *A dual-frequency antenna based on the Sierpinski fractal with two parasitic patches to enhance the impedance bandwidth is presented. An electrical circuit model formed by RLC resonators is proposed to learn about the antenna physical behavior and to achieve the dual band operation minimizing a trial-and-error numerical/ measurement proofs. The antenna has been designed using a MoM commercial code and has been experimentally tested, obtaining two bands with a bandwidth around 7%(SWR<2) and similar radiation pattern and gain.*

## I. INTRODUCCIÓN

La geometría fractal está siendo una alternativa al diseño de antenas multifrecuencia como el monopolo de Sierpinski [1,2], antenas de alta directividad utilizando antenas tipo parche [3,4] y agrupaciones sub-muestreadas utilizando modos directivos soportados por antenas parche con geometrías inspiradas en fractales [5].

La combinación de la geometría fractal y las antenas parche ha sido ampliamente estudiada en [6,7]. En la presente comunicación se presenta una antena de parche dual en frecuencia basada en el triángulo de Sierpinski con comportamiento de banda ancha gracias al uso de elementos apilados tal y como se muestra en la Fig. 1[8,9].

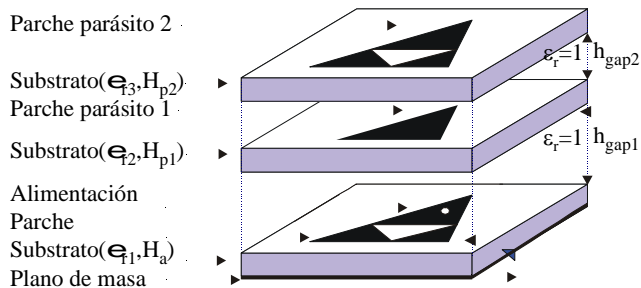


Fig. 1 Esquema de la antena dual basada en el triángulo de Sierpinski

Las antenas duales en frecuencia son útiles para facilitar la integración de sistemas tales como GSM900-GSM1800 por ejemplo, donde dos sistemas cooperan teniendo mismas características de radiación [10,11].

En la sección 2 se presenta un modelo eléctrico útil para obtener una regla de diseño de este tipo de antenas. En la sección 3 se presentan los resultados numéricos y experimentales y en la sección 4 se muestran las conclusiones del trabajo.

## II. MODELO ELÉCTRICO

Se propone un modelo eléctrico para entender el comportamiento de la antena. El modelo eléctrico propuesto es útil para un análisis paramétrico sencillo. Por ejemplo, qué le ocurre a la impedancia de entrada si la distancia entre los parches se aumenta (o disminuye), qué ocurre si la frecuencia del parche alimentado o activo es diferente que la del parásito, qué papel juega el punto de alimentación en el parche alimentado cuando está presente uno o más parásitos.

El método de diseño de parches parásitos utilizando modelos RLC se explica en detalle en [12]. Las estructuras basadas en parches parásitos tienen la particularidad de que la impedancia de entrada se caracteriza por la aparición de un bucle en la Carta de Smith. Cuando el bucle se centra en la carta de Smith con el tamaño adecuado se obtiene una mejora en el ancho de banda respecto el ancho de banda del parche inicial. Algunas de las conclusiones más relevantes se presentan a continuación:

a) el bucle de la impedancia de entrada se puede controlar con la posición de la sonda de alimentación. En estructuras parásitas, con el objetivo de tener el bucle en el centro de la carta de Smith, debe alimentarse el parche por encima de la impedancia de referencia ( $Z_{in}(\text{frecuencia de resonancia}) > Z_0$ ) cuando no están presentes los elementos parásitos.

b) la impedancia del bucle será inductiva si  $f_p < f_a$  y viceversa siendo  $f_p$  y  $f_a$  la frecuencia del parche parásito y alimentado respectivamente.

c) el tamaño del bucle aumenta si el acoplo (distancia) entre el parche alimentado y el parásito aumenta.

Para la presente antena, el modelo eléctrico utilizado para realizar un estudio paramétrico se presenta en la Fig. 2.

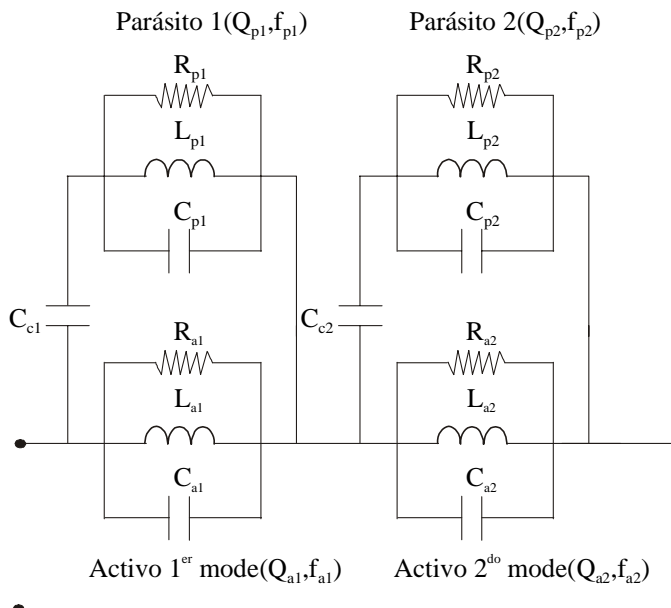


Fig. 2 Circuito RLC propuesto para la antena dual basada en parches parásitos

El modelo eléctrico está compuesto por dos circuitos RLC paralelo en serie representando las impedancias del primer y segundo modo del parche alimentado. A su vez, la presencia de los elementos parásitos está representada por otros dos circuitos RLC paralelo conectados capacitivamente. Esta conexión capacitiva modela la interacción entre parche alimentado-parásito [9]. Dicho modelo ha sido utilizado para entender qué parámetros de la antena permiten la adaptación de impedancias.

### III. RESULTADOS

El elemento alimentado es una antena parche con un comportamiento dual, es decir, su diagrama de radiación para las dos frecuencias de interés es muy similar [6]. El elemento radiante está inspirado en la geometría fractal. A partir de un proceso de perturbación y truncamiento se consigue ajustar un elemento operando de forma dual [6,8,9].

El diseño de la antena se realiza mediante el programa IE3D ayudándose de la regla de diseño explicada anteriormente.

En la Fig. 3 se muestra la distribución de corrientes para la frecuencia central de operación de las bandas 1 y 2. Es importante observar que cuando la antena se excita en  $f=1.612\text{GHz}$  (primera banda), el parche parásito inferior (1) permanece desconectado, es decir, no interviene en el comportamiento de la antena. Para la  $f=2.697\text{GHz}$  el parche parásito 1 está operando en su modo fundamental mientras que el 2 presenta una mínima intensidad de corriente. Esto confirma que el parásito de bajo nivel está trabajando en la segunda banda y que el parásito del nivel más alto está principalmente trabajando en la primera banda.

El parche se construye y se mide su impedancia de entrada y diagramas de radiación. En la Fig. 4 se muestra los dos bucles de impedancia centrados en el carta de Smith. Al alimentar la antena con un solo puerto de alimentación hay

que elegir cuál de los dos bucles adaptar mejor. En esto caso se ha optado por el de segunda banda.

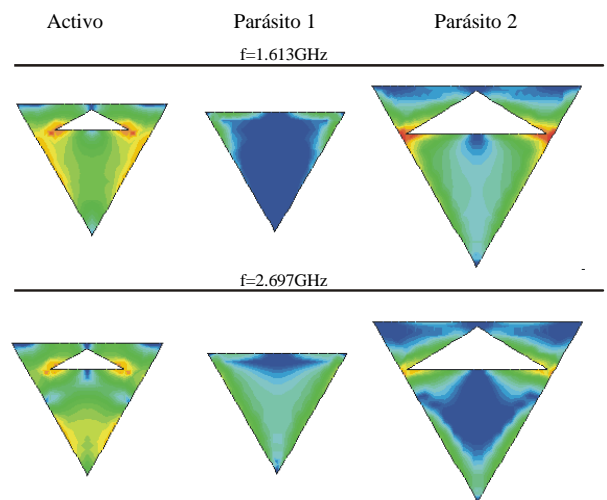


Fig. 3 Simulación de la distribución de corrientes

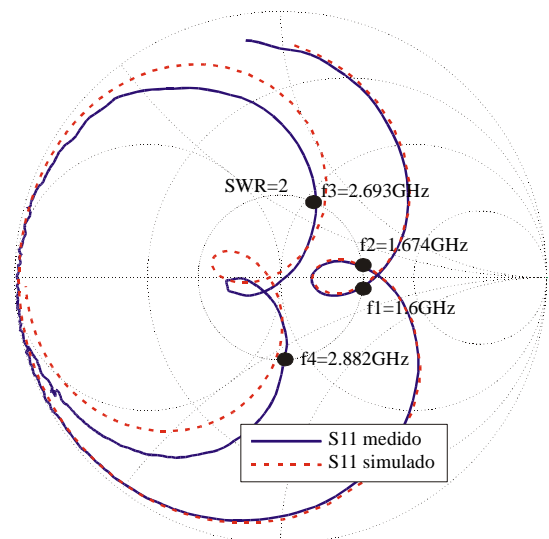


Fig. 4 Impedancia de entrada medida y simulada

El ancho de banda es  $BW_1=4.7\%$  ( $ROE=2$ ) y  $BW_2=6.8\%$  para la primera y segunda banda respectivamente. El ancho de banda del elemento alimentado cuando no están presentes los parásitos es  $BW_1=0.37\%$  ( $ROE=2$ ) y  $BW_2=0.36\%$  ( $ROE=2$ ) con lo que los elementos parásitos aumentan el ancho de banda en un factor  $F_1=12.1$  y  $F_2=18.3$  respectivamente.

La Fig. 5 muestra los cortes principales en las frecuencias centrales de cada banda. Se observa que los diagramas tienen característica de radiación *broadside*. La ganancia resultante es  $G_1=6\text{dB}$  y  $G_2=6.8\text{dB}$ . El nivel de radiación posterior es elevado debido a las dimensiones reducidas del plano de masa [9].

#### IV. CONCLUSIONES

Se ha presentado una antena dual en frecuencia utilizando un elemento alimentado inspirado en el fractal de Sierpinski y dos elementos parásitos para aumentar el ancho de banda en cada una de las bandas.

Se ha propuesto un modelo eléctrico para modelar la impedancia de entrada y de esta forma poder entender cómo ajustar la antena de una forma más sencilla.

Las simulaciones numéricas demuestran que cada parásito está sintonizado a una banda. Con ello se consigue un ancho de banda del 4.7% y 6.8% ( $ROE=2$ ). Los diagramas de radiación prestan el máximo en la dirección *broadside* con lo que el presente diseño tiene interés para antenas de estación base.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la empresa de tecnología Fractus.

#### REFERENCIAS

- [1] C.Puente, J.Romeu, R.Pous, C.Cardama, "On the behaviour of the Sierpinski Multiband Antenna", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol.46, pp.517-525, Apr. 1998
- [2] C.Puente, "Fractal antennas", Ph.D. Dissertation at the Dept. of Signal Theory and Communications, Universitat Politècnica de Catalunya, July 1997
- [3] C.Borja, G.Font, S.Blanch, J.Romeu, "High directivity fractal boundary microstrip patch antenna", *IEE Electron. Lett.*, vol.36, n°9, pp.778-779, Apr. 2000
- [4] 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, n°3, pp.239-241, Nov 2001
- [5] J.Anguera, G.Montesinos, C.Puente, C.Borja, J.Soler, "An 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, n°2, pp.100-103, April 2003."
- [6] C.Borja, "Fractal microstrip patch antennas with fractal perimeter and self-affine properties", Ph.D. Dissertation at the Dept. of Signal Theory and Communications, Universitat Politècnica de Catalunya, July 2001.
- [7] J.Anguera, "Fractal and broadband techniques on miniature, multifrequency, and high-directivity microstrip patch antennas", Ph.D. Dissertation at the Dept. of Signal Theory and Communications, Universitat Politècnica de Catalunya, July 2003.
- [8] "Multilevel Antenna", patent app. N°PCT/ES99/002296
- [9] J.Anguera, E.Martínez, C.Puente, C.Borja, J.Soler, "Broadband dual-frequency microstrip patch antenna with modified Sierpinski fractal geometry", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 52, n°1, pp.66-73, Jan. 2004
- [10] S.Maci and G.B.Gentili, "Dual-frequency patch antennas", *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol.39, n°6, pp.13-20, Dec.1997
- [11] "Dual Multitriangular Antennas For GSM and DCS Cellular Telephony" patent pub. no. WO9957784.
- [12] J.Anguera, C.Puente, C.Borja, "A Procedure to Design Stacked Microstrip Patch Antenna Based on a Simple Network Model". *Microwave and Optical Technology Letters*, vol.30 n°3 pp.149-151 August 2001.

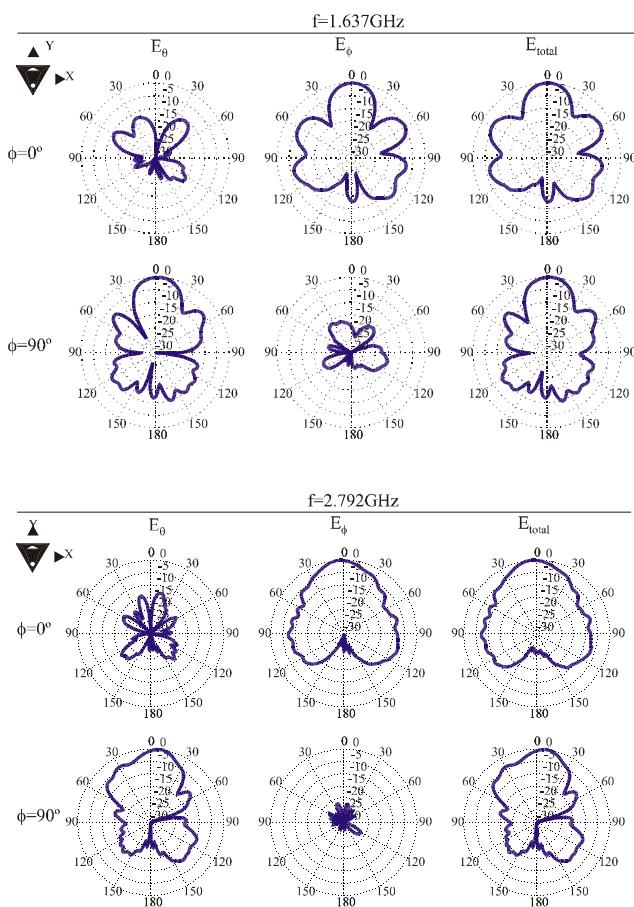


Fig. 5 Cortes medidos para la primera y segunda banda