

Efecto de la variación angular del vértice de alimentación en la antena fractal de Sierpinski

C. PUENTE, M. NAVARRO, J. ROMEU, R. POUS.
GRUPO D3-INGENIERÍA ELECTROMAGNÉTICA Y FOTÓNICA,
DEPT. TSC, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA,
c/Gran Capità s/n, modul d3 Campus Nord, 08034 Barcelona.
puente@voltage.upc.es

Abstract :

The effect of the variations on the Sierpinski antenna flare angle are briefly outlined in this communication. Mainly, the impedance and matching levels and the radiation patterns become affected by such variations. This introduces a new degree of freedom in the design of fractal multiband antennas.

1. Introducción

La antena fractal de Sierpinski basada en un generador [5] triangular equilátero fue el primer ejemplo descrito de antena fractal multibanda [1]-[6]. En esta comunicación se presentan resultados experimentales que permiten evaluar el comportamiento de la antena, cuando el generador equilátero se substituye por un generador isósceles.

Básicamente se observa que los ángulos abiertos favorecen un desplazamiento de las bandas hacia las bajas frecuencias, lo cual permitiría reducir la altura total de la antena. Se observa también que para generadores con vértices muy agudos se tiende a romper el comportamiento multibanda, asemejándose más el funcionamiento de la antena al de un monopolo lineal clásico.

2. Parámetros de Entrada

Brown i Woodward describieron en [7] el comportamiento de la impedancia de entrada en antenas triangulares i cónicas. Básicamente, sus resultados experimentales evidenciaron que las variaciones de la resistencia y la reactancia de entrada de las antenas cónicas se reducían al abrir el ángulo característico del cono. Comparativamente, las antenas triangulares mostraban fluctuaciones más importantes en los niveles de impedancia, pero a groso modo podía constatare que los niveles se reducían para ángulos de alimentación abiertos.

Dada la similitud entre la estructura fractal de Sierpinski y la antena triangular, parecía interesante preguntarse si el comportamiento de dichas antenas sería comparable introduciendo el mismo tipo de variaciones en ambas. Para ello se construyeron los prototipos SPK-90, SPK-60, y SPK-30 (Fig.1), siguiendo el mismo procedimiento que el descrito en [1]. Los ángulos de alimentación de los triángulos son, respectivamente, $\alpha=90^\circ$, $\alpha=60^\circ$ y $\alpha=30^\circ$.

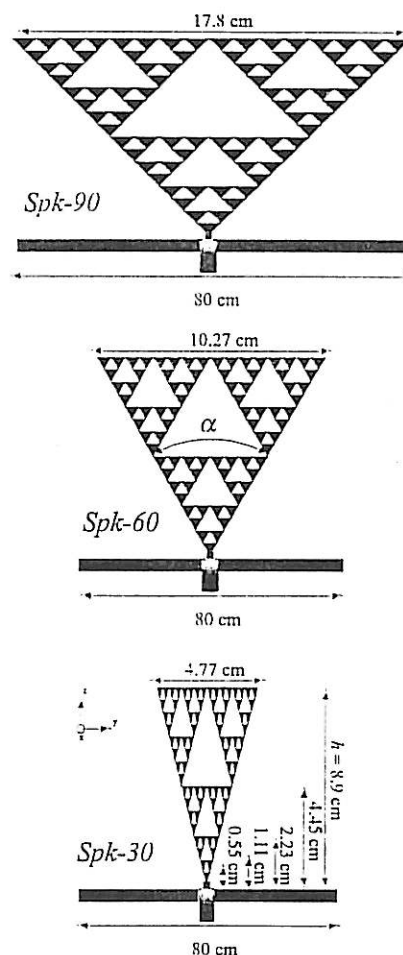


Fig.1 Los modelos SPK90 (arriba), SPK60(centro), SPK30(abajo).

La Fig. 2 muestra los parámetros de entrada (coeficiente de reflexión sobre 50Ω , resistencia de entrada y reactancia) de las tres antenas en función de la frecuencia. En general, puede constarse que:

- 1) El comportamiento de las tres antenas es básicamente logoperiódico, siendo el logoperíodo igual a 2, que es precisamente el

- factor de escalado que relaciona las distintas iteraciones fractales en la estructura de la antena.
- 2) El número de bandas o logoperiodos (5) coincide con el número de iteraciones fractales de la estructura, tal y como se describe en [6]
 - 3) Los ángulos de alimentación abiertos introducen un desplazamiento de las frecuencias de resonancia hacia longitudes de onda más largas.
 - 4) Las variaciones en los niveles de impedancia son más importantes en las antenas con un ángulo de alimentación agudo, al menos en la primera banda. Este resultado es comparable al de las antenas triangulares descritas en [7].
 - 5) Los mínimos de impedancia se reducen para ángulos abiertos., lo cual supone una variación en los niveles de adaptación.

En general puede constatar un comportamiento multibanda en las antenas, que debe relacionarse con su topología fractal, tal y como se discute extensamente en [6]. El desplazamiento relativo de las bandas (que no su espaciado) con respecto al caso original (SPK60), hay que relacionarlo con el incremento o la reducción de la longitud de las aristas de los triángulos que componen el cuerpo de la antena. Básicamente, el funcionamiento de éstas antenas puede modelarse a partir de ondas de corriente que se propagan por los vértices de los triángulos [6]. Así pues, parece normal que la antena de mayor ángulo presente un desplazamiento de las resonancias hacia frecuencias

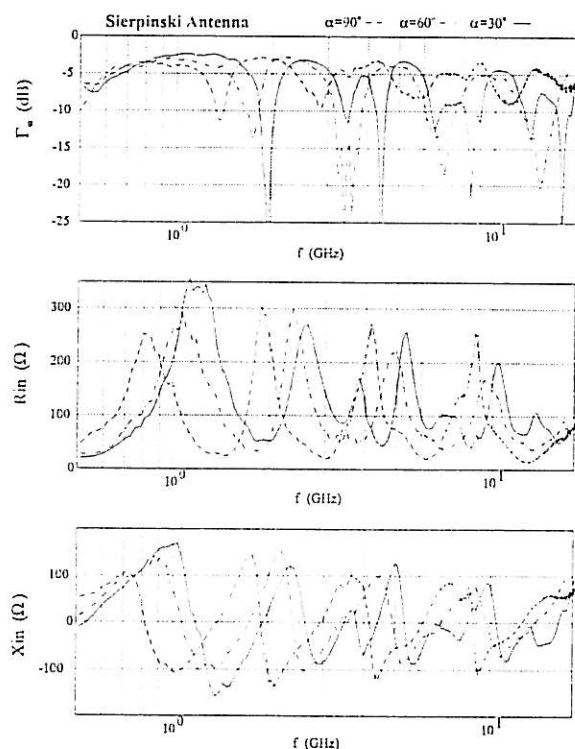


Fig.2 Parámetros de entrada de las antenas de Sierpinski SPK90 (---), SPK60(-.) y SPK30(-).

menores puesto que dan cabida a mayores longitudes de onda.

Es interesante constatar que la antena más estrecha tiende a desviarse del comportamiento logoperiódico. Su coeficiente de reflexión presenta una doble adaptación, que se corresponde con un doble mínimo en la resistencia de entrada y una doble resonancia en la reactancia. De algún modo, el comportamiento de la SPK30 tiende a parecerse al de un monopolo clásico, que presenta un comportamiento claramente armónico (periódico).

3. Diagramas

Los diagramas de radiación de las antenas SPK30 y SPK90 (polarización según θ , corte delante-atrás $\varphi=0^\circ$) se muestran en las figuras 3 i 4. Los correspondientes a la SPK60 están descritos en [2] y [6]. Se observa que la antena de mayor ángulo presenta un comportamiento claramente multibanda, con un parecido notable en los diagramas medidos en las bandas superiores. No obstante, se puede constatar nuevamente que el parecido entre bandas es menor en la SPK30. El número de lóbulos de difracción tiende a aumentar con la frecuencia, lo cual la hace comparable a las antenas monobanda clásicas. Este fenómeno debe relacionarse de nuevo con la menor longitud de las aristas de los triángulos que constituyen la antena. La región activa que caracteriza toda antena multifrecuencia [6], tiene menor espacio para atenuarse mediante el mecanismo de radiación, antes de llegar a los límites de la estructura. Así pues, la antena es más sensible al efecto de truncamiento que toda antena multifrecuencia que se precie debe respetar.

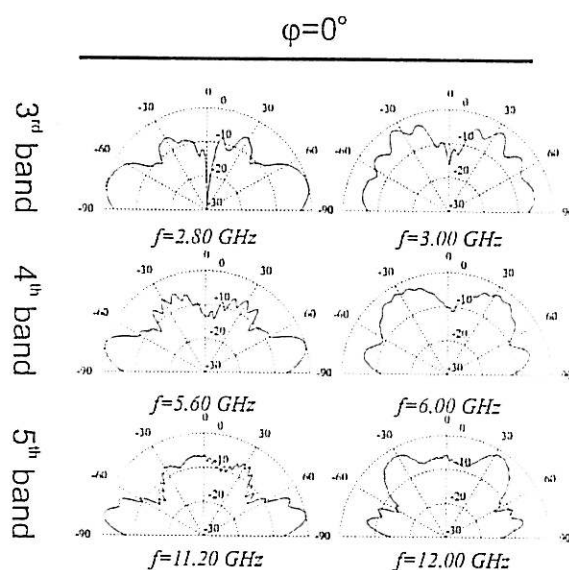


Fig.3 Corte $\varphi=0^\circ$ del diagrama de radiación de la antena SPK90 (componente E_θ)

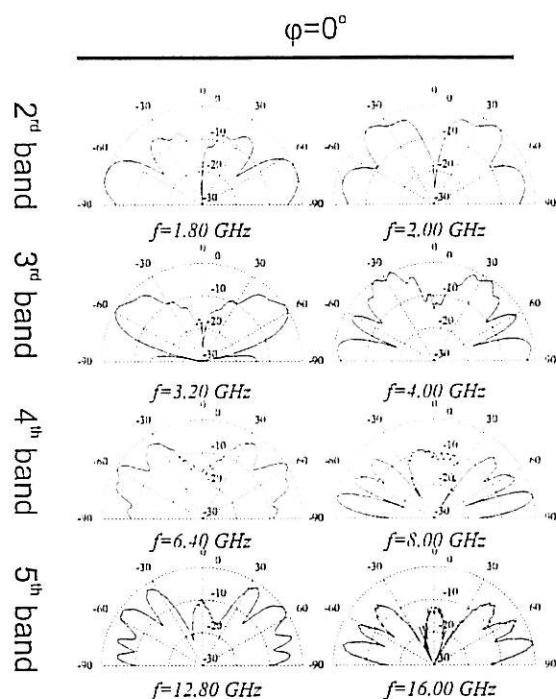


Fig.4. Corte $\phi=90^\circ$ del diagrama de radiación de la antena SPK30 (componente E_ϕ)

Ello no invalida la teoría de que los fractales ideales deben presentar un comportamiento multibanda [6], principio que se deriva de las propiedades de autoescalabilidad de las ecuaciones de Maxwell. Se puede presumir que la antena SPK30 presentaría un comportamiento multibanda, al menos en las bandas centrales, si se aumentara el número de iteraciones fractales de la antena.

4. Conclusiones

Se han descrito las características básicas de tres antenas fractales multibanda. Las tres se diferenciaban en la apertura del ángulo de alimentación y en general se ha constatado como modificando dicho ángulo se pueden alterar las propiedades de la antena (diagramas, impedancia, adaptación), lo cual supone añadir un mayor grado de libertad en el diseño de antenas fractales multibanda. Se concluye que la topología fractal de la antena les otorga un comportamiento multibanda excepto en el caso del ángulo más estrecho, en el que el reducido tamaño de la antena no permite que se cumpla el principio de truncamiento.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado parcialmente por el proyecto TIC-96-0724-C06-04 de la CICYT.

Referencias

- [1] Puente, C., Romeu, J., Bartolomé, y R., Pous, R. "Perturbation of the Sierpinski antenna to allocate

operating bands". *Electronics Letters*, 32, 24, 2186-2188 (1996).

- [2] Puente, C., Romeu, J., Pous, R., Garcia, X., y Benítez, F. "Fractal multiband antenna based on the Sierpinski gasket". *Electronics Letters*, 32, 1, 1-2 (1996).
- [3] Cohen, N., and Hohfeld, R.G. "Fractal loops and the small loop approximation". *Commun. Quarterly*, 77-81, (1996).
- [4] Puente, C., Claret, J., Sagués, F., Romeu, J., López Salvans, M. Q. Y Pous, R. "Multiband properties of fractal tree antenna generated by electrochemical deposition". *Electronics Letters*, 32, 25, 2298-2299 (1996).
- [5] Peitgen, H. O., Jürgens, H., and Saupe, D. *Chaos and fractals, new frontiers of science*. New York : Springer Verlag (1992).
- [6] Puente, C. "Fractal Antennas", Tesis Doctoral, Deñt. TSC, Universitat Politècnica de Catalunya, Junio 1997.
- [7] Brown, G.H., Woodward, O.M., "Experimentally Determined Radiation Characteristics of Conical and Triangular Antennas", *RCA Review*, pp.425-452. December 1952.