

# ANÁLISIS DE ANTENAS DE RANURAS EN GUÍA RADIAL

*Manuel Sierra Castañer, Mariano Santana  
Manuel Sierra Pérez, J.L. Fernández Jambrina*

Departamento de Señales, Sistemas y  
Radiocomunicaciones  
Universidad Politécnica de Madrid  
[manol@gr.ssr.upm.es](mailto:manol@gr.ssr.upm.es)

*María Vera Isasa*

Departamento de Tecnología de las  
Comunicaciones  
Universidad de Vigo  
[mirentxu@tsc.uvigo.es](mailto:mirentxu@tsc.uvigo.es)

## ABSTRACT

Radial line slot antennas are widely used during last years for microwave and millimeter wave applications. Normally, a very large number of slots are placed on the upper plate of a radial line, in order to get directivities higher than 30 dBi. The large number of elements of the array does very difficult and time consuming the usual full wave electromagnetic techniques. Several techniques have been developed to analyse this kind of antennas. We present in this paper a simple method to analyse this kind of antennas and some results and comparison with a method of moments.

## 1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se va a presentar un modelo de análisis para antenas grandes de ranuras sobre guía radial, útil a la hora de realizar un diseño de este tipo de arrays. Este método no pretende sustituir a los métodos de onda completa a la hora de realizar un análisis riguroso de la antena, pero sí se puede emplear en la fase de diseño de este tipo de antenas.

Vamos a presentar en primer lugar la estructura de la antena a analizar y el modelo de análisis, seguidamente comparaciones realizadas con el método de los momentos y finalmente comparaciones con medidas realizadas sobre un prototipo.

## 2. ESTRUCTURA DE LA ANTENA

Una guía radial consiste en dos placas paralelas rellenas de material dieléctrico o aire, donde se excita una onda electromagnética, que se propaga radialmente entre las dos placas. En las antenas que se han diseñado en nuestro laboratorio, por ser más sencilla su construcción, la excitación se va a realizar a través de uno o varios pinchos, como los de los conectores típicos SMA. Estos pinchos se van a modelar como postes donde se excita una corriente eléctrica. En la placa superior se van a disponer las ranuras, en cualquier posición y longitud, aunque siempre asumiendo que estamos tratando con ranuras estrechas. Por último la guía radial puede estar terminada en un material absorbente, considerando en este caso la guía infinita, o en un cortocircuito. Dicho cortocircuito se va a

modelar mediante un conjunto de postes que cortocircuitan ambas placas.

## 3. MODELO DE ANÁLISIS

Una primera versión de este modelo de análisis fue realizado en [1] y presentado en [2]. En [3] se presentan algunas mejoras que se han introducido en el modelo. En el modelo se introducen tres elementos, sondas de entrada, ranuras y postes en cortocircuito. A las sondas y a los postes se les asigna una intensidad de corriente, que equivale a una corriente eléctrica y a las ranuras se les asigna una tensión que equivale a una corriente magnética equivalente. Los autoacoplos se calculan a través de un modelo circuital equivalente para todos los elementos, que en el caso de las ranuras equivale a una línea de transmisión terminada en una inductancia en paralelo con una resistencia. La resistencia simula la radiación al semiespacio libre, mientras que la línea de transmisión simula la transmisión al interior de la guía biplaca. Las sondas se simulan mediante una línea de transmisión con pérdidas terminada en una capacidad parásita. Las pérdidas simulan la transmisión de energía a la guía radial, mientras que la capacidad terminal simula los efectos parásitos que, fundamentalmente se deben a la capacidad existente entre la parte superior de la sonda y la placa superior. El poste se simula como una sonda terminada en cortocircuito. Detalles sobre la utilización de postes simulando cortocircuitos se pueden encontrar en [4].

Los acoplos mutuos entre los diversos elementos se simulan considerando unos en campo lejano de los otros y calculando el acoplo que se produciría. Este método permite obtener una solución analítica para dicho acoplo con errores no muy grandes. En la figura 1 se muestran el acoplo en el semiespacio libre que se obtendría entre dos ranuras estrechas de media longitud de onda calculadas según este método y según la función de Green, que se disponen paralelas y en función de la separación entre ellas. Se puede observar que para ranuras que están separadas en torno a 0.8 longitudes de onda la diferencia es despreciable. Una vez obtenidos los autoacoplos y los acoplos mutuos entre los diversos elementos se resuelve el sistema de ecuaciones (1) y (2)

$$\begin{bmatrix} V_S \\ V_C \\ I_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{SS} & H_{SC} & H_{SR} \\ H_{CS} & H_{CC} & H_{CR} \\ H_{RS} & H_{RC} & H_{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_S \\ I_C \\ V_R \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$V_e = 0, I_r = Y V_r \quad (2)$$

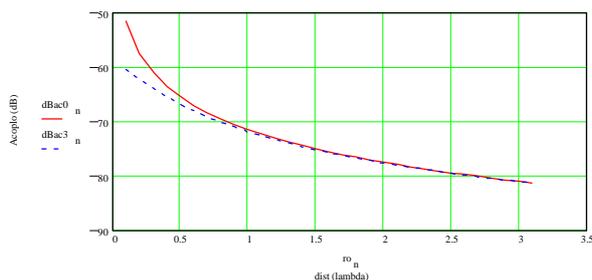


Figura 1. Acoplo como modelo vs función Green

#### 4. COMPARACIÓN CON SIMULACIONES

Para validar el modelo de ranura se han realizado comparaciones con simulaciones realizadas mediante el Método de los Momentos expuesto en [1]. En la figura 2 se muestra la variación del módulo del campo en la apertura frente a la longitud de la ranura (en longitudes de onda) para una ranura de 1 mm de anchura a 12.1 GHz, en una guía rellena de aire, separación entre placas de 7.5 mm y espesor de las placas de 1 mm.

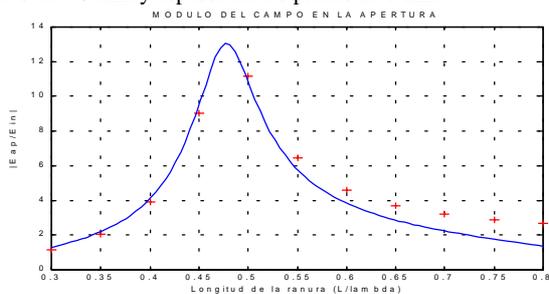


Figura 2. Acoplo en ranura modelo vs MoM

Para validar el modelo de sonda se han realizado comparaciones con el método de los momentos presentado en [5]. Se presenta el coeficiente de reflexión a la frecuencia de 12 GHz en función de la longitud de la sonda. En [3] y [6] se pueden encontrar otra serie de comparaciones para sondas, ranuras y acoplos entre ranuras.

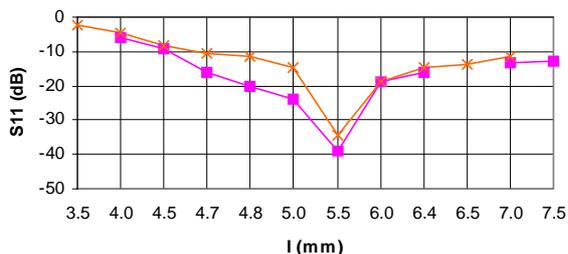


Figura 3. Coeficiente de reflexión en función de longitud sonda

#### 5. COMPARACIÓN CON MEDIDAS

Por último se presentan en la figura 4 comparación del diagrama de radiación simulado con las medidas realizadas sobre el prototipo presentado en [3], consistente en una antena monopulso

excitada mediante cuatro sondas, donde se obtienen dos haces simultáneos (haz suma y diferencia). Estas medidas corresponden al haz suma para 13.7 GHz.

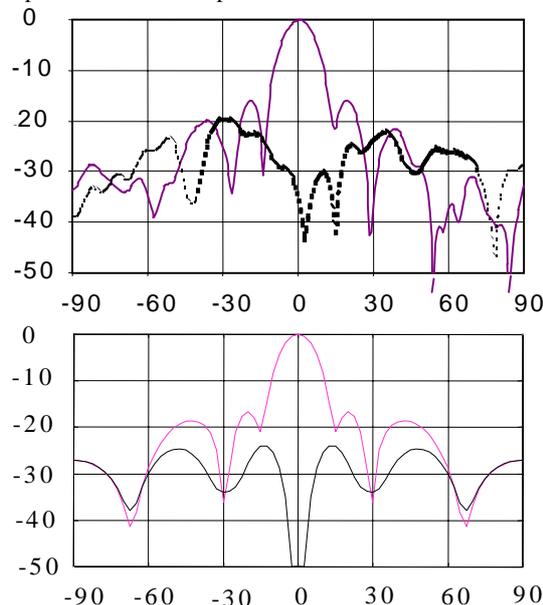


Figura 4. Comparación simulación-medida para el prototipo.

#### 6. CONCLUSIONES

Se ha presentado un modelo de análisis muy rápido y con una precisión suficiente para aplicar al diseño de arrays de un gran número de ranuras situadas en una guía radial. Las simulaciones y las medidas obtenidas nos indican un grado de fiabilidad.

#### 7. REFERENCIAS

- [1] M. Vera. "Diseño de Antenas de Ranuras sobre Guía Radial". Tesis Doctoral. Cap. 2 y 3. Universidad de Vigo. 1996.
- [2] M. Sierra Pérez, M. Vera Isasa, A. García Pino, M. Sierra Castañer. "Analysis of Slot Antennas on a Radial Transmission Line" International Journal of Microwave and Millimeter Wave Computer Aided Engineering. Vol. 5, No. 2 pp. 115-127. John Wiley & Sons Inc. 1996.
- [3] M. Sierra Castañer. "Contribución a las Técnicas de Diseño y Análisis de Antenas de Ranuras sobre Placas Paralelas". Tesis Doctoral. Cap. 2 y 4. Universidad Politécnica de Madrid. 2000.
- [4] Jun-Ichi Takada, N. Araoka, A. Tanisho. "Method of moments analysis of a small aperture radial line slot antenna using the rectangular cavity Green's function". IEE Proc. Microwave, Antennas and Propagation. Vol. 144, No. 6. December 1997. pp. 498-500.
- [5] R. Rueda. "Síntesis de antenas planas de ranura mediante procesos de optimización". Proyecto Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Madrid. 1999.
- [6] M. Santana Clarys. "Software para el diseño y análisis de antenas ranuradas sobre guía de placas paralelas". Proyecto fin de carrera, Universidad Politécnica de Madrid. 2001.