

ESTUDIO DE RESONANCIAS PARÁSITAS EN ANTENAS CORRUGADAS

Jorge Teniente Vallinas

Ramón Gonzalo García

Carlos del Río Bocio

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Pública de Navarra

jorge.teniente@unavarra.es

ramon@unavarra.es

carlos@unavarra.es

ABSTRACT

A theoretical study reinforced with practical measurements about the origin of the return loss spikes in corrugated horn antennas is presented in this paper. These spikes are directly related to the periodic structure of the corrugations and can be seen in simulation and sometimes in measurements. In this paper we try to explain their effects, the origin of the spikes and also several techniques to avoid them.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad un gran número de aplicaciones necesitan del uso de antenas corrugadas para obtener patrones de radiación con alta simetría axial, bajos niveles de lóbulos laterales y de polarización cruzada. Esta es una tecnología ampliamente conocida, no obstante se ha observado que en algunos casos se tienen unas resonancias, las cuales a la hora de construir el perfil podían ser o podían no ser críticas en la respuesta en reflexión del prototipo. Por todo ello se presentan en este artículo las causas de estas resonancias y soluciones para evitarlas sin alterar los patrones de radiación de la antena.

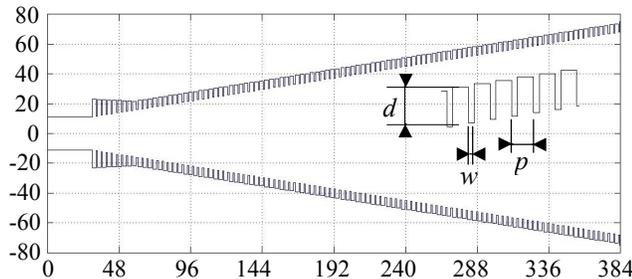


Figura 1. Perfil de la antena de bocina corrugada en mm.

Cualquier antena corrugada presenta alguna banda de frecuencias con resonancias. Para caracterizar y estudiar estos efectos usaremos una antena cónica corrugada en banda X, suministrada por C.A.S.A., que justamente presentaba estas resonancias en la banda de trabajo (11.6 a 12.2 GHz). Los parámetros de corrugación son $p = 3.4$ mm, $w = 0.9$ mm y $d = 5.9$ mm y posee un transformador de profundidad de corrugación de $\lambda/2$ a $\lambda/4$ en las primeras corrugaciones (ver fig. 1). Como se puede observar presenta unas marcadas reflexiones en la potencia reflejada, cálculos realizados por análisis modal [1], (ver fig. 2).

2. ORIGEN DE LAS RESONANCIAS

Las antenas de bocina corrugadas, debido a la estructura periódica de sus corrugaciones (paredes perfectamente rectas), se pueden considerar como la concatenación de una serie de pequeños resonadores.

Estos resonadores provocarán reflexiones a ciertas frecuencias debido al choque del campo contra las corrugaciones de la antena

(ver fig. 3) sobre todo en el momento que la profundidad de corrugacion es ya similar a $\lambda/4$, o sea, cuando se acaba el adaptador $\lambda/2$ - $\lambda/4$ entre guías lisa y corrugada.

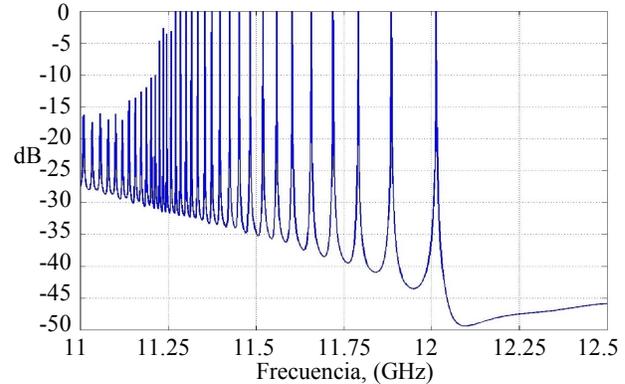


Figura 2. Características de reflexión de la antena corrugada.

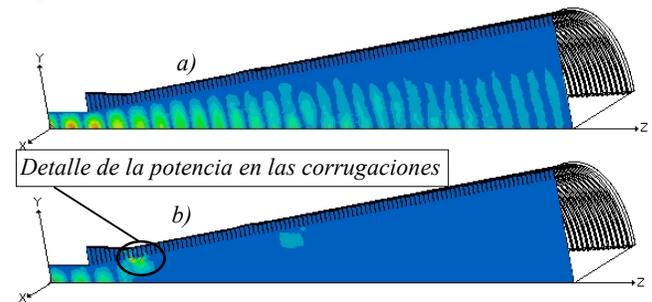


Figura 3. Densidad de campo eléctrico dentro de la antena corrugada a 2 frecuencias diferentes (element. finitos) a) Sin reflexión. b) Con reflexión.

Para que una reflexión de este tipo ocurra es necesario que la difracción del campo al salir del cuello de la antena sea elevada, con lo cual habrá una fuerte densidad de campo en la zona de las corrugaciones, esta difracción del campo dentro de la antena está fuertemente relacionada con el radio de entrada de la antena, y por supuesto será mayor cuanto menor sea la frecuencia de operación. Si las relaciones entre el periodo de corrugación (p), el diente de la corrugación (w) y la longitud de onda de cada modo dentro de la zona corrugada (λ_g) son un múltiplo entero de veces $\lambda_g/2$, entonces tendremos muchas posibilidades de tener una resonancia.

3. SUPRESIÓN DE LAS RESONANCIAS

Para la supresión de las resonancias existen varios métodos:

- Para la antena estudiada, si suponemos que la frecuencia central de nuestra banda de interés es 11.9 GHz, resulta que $p = \lambda/7.4$. La longitud de onda dentro de la guía (λ_g) es difícil de predecir en una estructura corrugada que además cambia constantemente su radio, pero si hacemos p más grande, por ejemplo p similar a $\lambda/5$ se supone que no cambiarán mucho las prestaciones de la antena

y es de suponer también que las resonancias deben bajar a frecuencias menores. Por todo ello se reconstruyó exactamente la misma antena pero ahora con $p = 4.5$ mm y $w = 1.5$ mm, ($p = \lambda/5.6$). Los resultados se pueden ver en la fig. 4, en la que además se ve que las características de radiación de la antena se mantienen y se suaviza la respuesta.

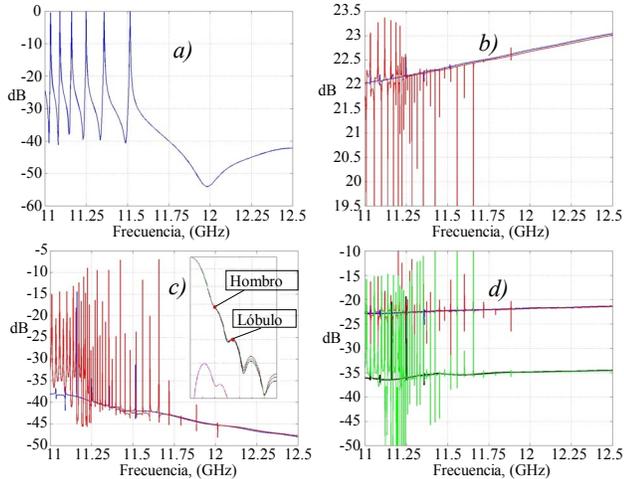


Figura 4. Características en reflexión y en radiación de la antena estudiada con $p = 4.5$ mm y $w = 1.5$ mm.

- Características de reflexión con $p = 4.5$ mm.
- Comparación de directividades.
— $p = 4.5$ mm, — $p = 3.4$ mm
- Comparación de nivel máximo crosspolar.
— $p = 4.5$ mm, — $p = 3.4$ mm
- Comparación de lóbulos y hombros laterales.
— hombros; $p = 4.5$ mm, — hombros; $p = 3.4$ mm
— lóbulos; $p = 4.5$ mm, — lóbulos; $p = 3.4$ mm

• Centrándonos en la frecuencia inicial de la banda (11.6 GHz) $d = \lambda/4.4$ (5.9 mm), si alteramos el valor de d en toda la antena vamos a cambiar la frecuencia de resonancia de los pequeños resonadores que son cada una de las corrugaciones, de hecho si cambiamos en la antena el valor de d a 6.6 mm ($\lambda/3.9$), obtenemos lo que se representa en la figura 5. Igual que en el caso anterior, los parámetros de radiación de la antena no han cambiado (incluso han mejorado). Como detalle importante es destacable que la polarización cruzada de la antena por el hecho de cambiar d es mucho más baja.

• Otra manera de afectar a la pureza de las resonancias es reducir el factor Q de los resonadores (corrugaciones) en la antena, y para ello además de cambiar d lo que se puede hacer es inclinar las paredes de corrugación de manera que los resonadores ya no sean tan perfectos (ver fig. 6a). Esto es realmente lo que ocurre al fabricar una antena que en simulación tenía resonancias pero que una vez construida y medida o no las tiene o las tiene claramente atenuadas. Como se ve en la figura 6b, ahora las resonancias no llegan a 0 dB como ocurría en el caso de paredes corrugadas rectas, (ver fig. 2).

4. CONCLUSIONES

Se ha estudiado la aparición de resonancias en antenas de bocina corrugadas y se han propuesto una serie de técnicas encaminadas a su supresión.

Variaciones en el periodo de corrugación, en la profundidad de corrugación e incluso en la inclinación de las paredes rectas de las corrugaciones se han mostrado cruciales a la hora de eliminar dichas resonancias.

Estas técnicas dirigidas a la eliminación de las resonancias apenas tienen efecto en los patrones de radiación de la antena.

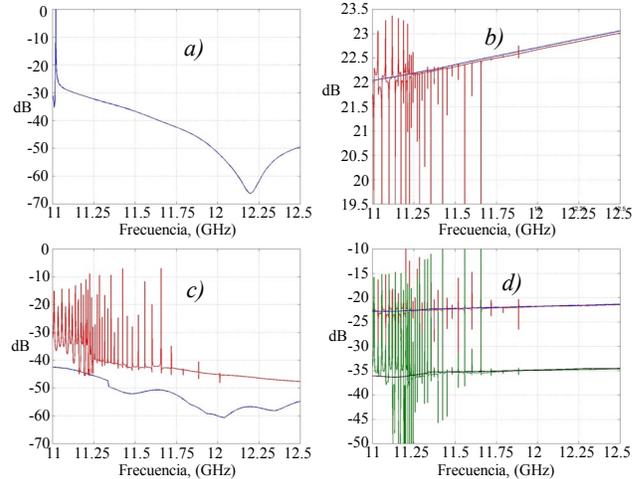


Figura 5. Características en reflexión y en radiación de la antena estudiada con $d = 6.6$ mm.

- Características de reflexión con $p = 4.5$ mm.
- Comparación de directividades.
— $d = 6.6$ mm, — $d = 5.9$ mm
- Comparación de nivel máximo crosspolar.
— $p = 6.6$ mm, — $p = 5.9$ mm
- Comparación de lóbulos y hombros laterales.
— hombros; $p = 6.6$ mm, — hombros; $p = 5.9$ mm
— lóbulos; $p = 6.6$ mm, — lóbulos; $p = 5.9$ mm

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a la Sección de Antenas de C.A.S.A por proveernos este y otros diseños de antenas de bocina corrugadas sobre los que realizar este estudio.

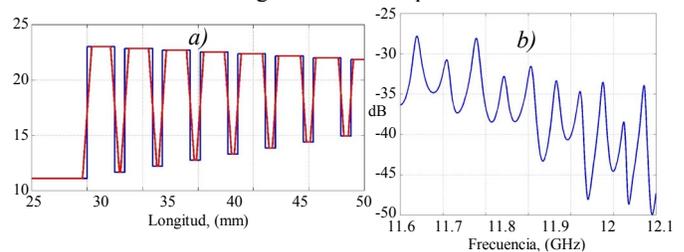


Figura 6. a)Detalle inclinación exagerada de las corrugaciones
b)Potencia reflejada con corrugaciones inclinadas 0.2°

6. REFERENCIAS

- C. del Río, A. Liberal, R. Gonzalo and M. Sorolla, "A mode matching and generalized scattering matrix code for personal computers in a windows environment", *13th Annual Review of Progress in Applied Computational Electromagnetics, Monterey, Estados Unidos. Marzo de 1997.*
- P.J.B. Clarricoats and A.D. Olver, "Corrugated horns for microwave antennas", *Peter Peregrinus Ltd, Londres, Reino Unido, 1984. ISBN: 0 86341 003 0*