

DISEÑO DE REFLECTORES PLANOS CON UN SIMULADOR FDTD

A. Soriano, A.; J. Segura; R. Sanchis ; E. A. Navarro

Departamento de Física Aplicada
Universidad de Valencia
Antonio.Soriano-Asensi@uv.es

RESUMEN

Un reflector plano es una versión discretizada de un reflector, la diferencia es que se sustituye el disco parabólico por un conjunto de parches. La focalización de la señal se consigue variando la fase introducida por cada uno de los parches. El control de la fase, que introduce cada uno de los parches, se controla variando las dimensiones del elemento resonante.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de cada parche se ha llevado a cabo numéricamente mediante la técnica de Diferencias Finitas en el Dominio Temporal (FDTD) en combinación con un simulador de guía de ondas. La simulación de grandes estructuras periódicas puede llevarse a cabo teniendo en cuenta ciertas suposiciones: El ancho de la guía es un múltiplo de la estructura periódica, y se supone que el coeficiente de reflexión de cada uno de los parches no cambia cuando se dispone en el array.

Las dimensiones de la guía empleada en las diferentes simulaciones es de 21 mm de ancho y 18 mm de alto. Estas dimensiones corresponden a la periodicidad del array. Todos los resultados corresponden a una señal polarizada verticalmente, pues el comportamiento del parche es sensible a la polarización.

2. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

2.1. Variación del desfase con la frecuencia

Cuando se tiene una resonancia la diferencia de fase cambia de π a $-\pi$, o viceversa, de modo que, cuando la frecuencia coincide con la frecuencia de resonancia, el desfase entre la señal incidente y la reflejada es cero. Así, lo que se pretende es aprovechar esta variación de fase para introducir una determinada fase a la señal incidente para poder focalizar la señal en un punto, donde se sitúa el receptor.

Con la intención de obtener la variación de fase del coeficiente de reflexión con la frecuencia, se ha simulado el problema numéricamente mediante la técnica FDTD. Restando la señal incidente a la señal total, se obtiene la señal reflejada, con lo cual ya se puede obtener el coeficiente de reflexión. Haciendo uso de la transformada de Fourier de ambas señales se obtiene la variación de la fase del coeficiente de reflexión en función de la frecuencia.

La curva que se muestra en la Figura 1 corresponde a un parche, cuyas dimensiones son 14 mm de ancho por 8.5 mm de alto. El grosor del dieléctrico es de 0.381 mm, la ϵ_r del dieléctrico es 2.5.

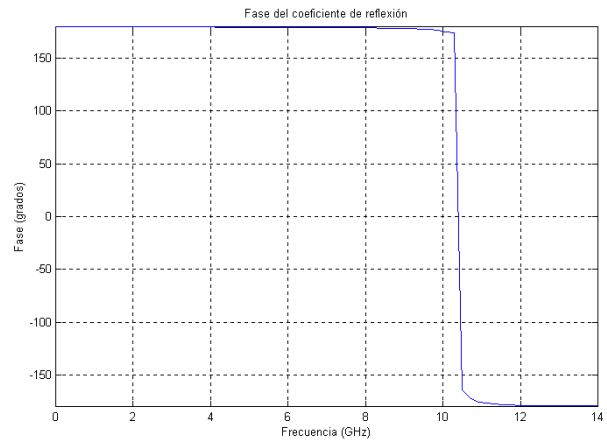


Figura 1. Variación de la fase del coeficiente de reflexión

Cabe indicar que aunque se aumente la precisión, sólo se consigue acotar la frecuencia de resonancia. Así, en el punto anterior a la resonancia la fase es prácticamente π y en el siguiente punto la fase es $-\pi$. Esto se debe a que las simulaciones se realizan con las ecuaciones de Maxwell para medios sin pérdidas, y sin corrección de campos estáticos. Al añadir las pérdidas en el dieléctrico las curvas se suavizan bastante tal y como se muestra en la figura 2.

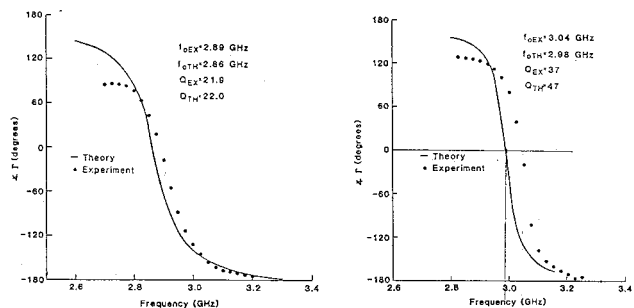


Figura 2. Variación de la fase del coeficiente de reflexión para dos factores de calidad diferentes.

Estas curvas no se corresponden con el parche que hemos simulado, se han obtenido de [2], pero en ellas se observa el efecto de las pérdidas. La de la izquierda corresponde a un factor $Q=22$, y la de la derecha a $Q=47$, así, cuanto mayor es el factor

de calidad Q, las curvas se parecen más a la que hemos obtenido para el caso sin pérdidas.

A pesar de todo esto, las simulaciones obtenidas sirven para obtener la frecuencia de resonancia del parche de forma aproximada, pues siempre la tendremos acotada dentro de un pequeño intervalo de frecuencias. Además deberá considerarse que la frecuencia de resonancia varía sensiblemente cuando se consideran las pérdidas.

2.2. Variación de la frecuencia de resonancia con las dimensiones del parche.

Se ha simulado un parche cuyas dimensiones son 14 mm de ancho. El grosor del dieléctrico es de 0.381 mm, la ϵ_r del dieléctrico es 2.5.

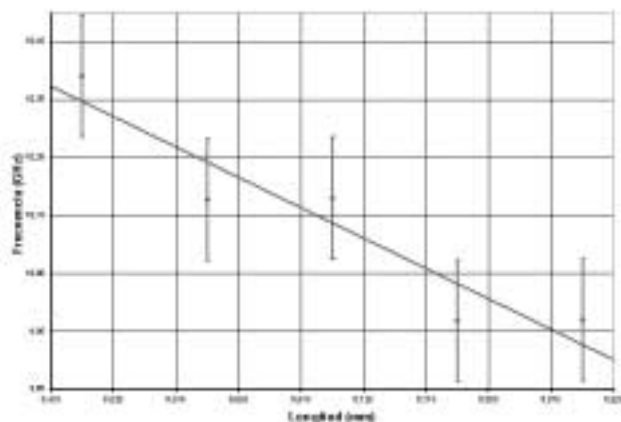


Figura 3. Variación de la frecuencia de resonancia con la altura del parche.

Ahora las dimensiones del parche son: 9 mm de alto. El grosor del dieléctrico es de 0.381 mm, la ϵ_r del dieléctrico es 2.5.

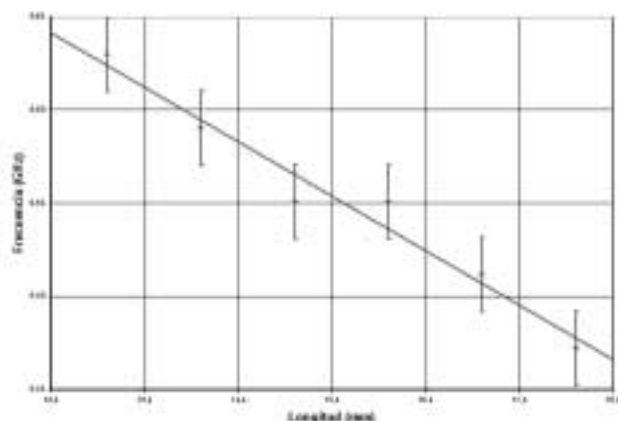


Figura 4. Variación de la frecuencia de resonancia con el ancho del parche

Como se comprueba en las Figuras 3 y 4 la frecuencia de resonancia depende principalmente de la altura del parche,

porque la señal está polarizada verticalmente. La frecuencia de resonancia también depende de la anchura del parche, aunque esta dependencia no es tan pronunciada. Por ello, es más fácil ajustar la frecuencia de resonancia variando la anchura del parche.

El problema es que esta dimensión no se puede variar demasiado porque si se aumenta, se puede solapar el "fringing" de un parche con el de los adyacentes, y aparecen acoplos. Si se disminuye demasiado la anchura el comportamiento del parche tampoco es el adecuado. Por ello, se intenta ajustar la frecuencia de resonancia variando de forma adecuada ambas dimensiones.

3. CONCLUSIONES

De los resultados se extrae que para obtener la variación suave de la fase cerca de la frecuencia de resonancia es necesario introducir las pérdidas en el dieléctrico. Cuanto mayores sean estas pérdidas, y la corrección de los campos estáticos, tanto más suave será la variación de la fase, el inconveniente es que la eficiencia de la antena será menor. A pesar de esto, se pueden utilizar los resultados obtenidos para obtener una estimación de las dimensiones de cada uno de los parches, considerando siempre la pequeña variación que se produce en la frecuencia de resonancia cuando se introducen las pérdidas.

Evidentemente el comportamiento de un mismo parche es sensible a la polarización de la señal. La variación de la frecuencia de resonancia depende muy fuertemente de las dimensiones del parche en la dirección en la que está polarizado el campo, también en la dirección perpendicular a la de polarización. Esta pequeña dependencia permite un mejor control de la frecuencia de resonancia variando la longitud del parche en la dirección perpendicular a la de polarización. El problema que aparece es que esta longitud no puede ser grande porque se acopla el "fringing" de dos parches contiguos, y tiene que ser mayor que la dimensión paralela a la polarización del campo porque los resultados discrepan demasiado de lo que sería deseable.

4. REFERENCIAS

- [1] Balanis, Constantine A., "Antenna Theory: analysis and design", 2nd ed., Chapter 14, 727-728, John Wiley, New York, 1997.
- [2] Chung-Cytz Liu, Jerry Shmoys, Alexander Hessel, Jerome D. Hanfling, Joseph M. Ustoff. "Plane Wave Reflection from Microstrip-Patch Arrays-Theory and Experiment", IEEE Trans. on Antennas and Propagation, 33(4):426-435, 1985.
- [3] Chang, D.-C., Huang, M.-C., "Microstrip Reflectarray Antenna with offset feed", ELECTRONIC LETTERS, 28(6):1489-1491, 1992.
- [4] Ronald D. Javor, Xiao-Dong Wu, Kai Chang, "Design and Performance of a Microstrip Flat Reflectarray Antenna", MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS, 7(7):322-324, 1994
- [5] Guo, Y. J., Barton, S. K., "Phase Efficiency of the Reflective Array Antenna", IEE, 1995.