

ARRAY DE ANTENAS MICROSTRIP DE BANDA ANCHA SITUADAS SOBRE CAVIDADES

Miguel A. González de Aza

Juan Zapata Ferrer

José A. Encinar Garcinuño

mag@etc.upm.es

jz@etc.upm.es

encinar@etc.upm.es

Departamento de Electromagnetismo y Teoría de Circuitos
Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

This work proposes an alternative cavity-backed microstrip array configuration technologically simpler than the conventional patch arrays enclosed in metallic cavities. It maintains however the improved performance of patch arrays residing in cavities. A versatile hybrid numerical analysis method is applied to investigate this array configuration.

1. INTRODUCCIÓN

Los arrays de antenas impresas situadas en cavidades metálicas poseen características ventajosas en cuanto a eficiencia, ancho de banda, cobertura de barrido y características de radiación con respecto a los arrays convencionales de parches sobre sustrato dieléctrico continuo. Son sin embargo tecnológicamente más complejos y costosos de fabricar.

En este trabajo se propone una configuración alternativa de arrays de antenas impresas sobre cavidades metálicas que posee las ventajas propias de la disposición habitual con parches inmersos en cavidades pero con el que se obtiene una simplificación tecnológica respecto a ésta.

2. CONFIGURACIÓN DEL ARRAY.

La configuración propuesta se muestra en la figura 1, que representa la sección transversal y longitudinal de un elemento del array con parches rectangulares y cavidades cuadradas. La estructura esta formada por un array de parches, en configuración individual o apilada, grabados sobre sustratos dieléctricos continuos, que se sitúa a su vez sobre un array de cavidades metálicas vacías con el mismo tipo de retícula que los parches. La alimentación se realiza mediante una sonda coaxial capacitiva, en cuyo extremo se sitúa un ensanchamiento formando una cabeza metálica en forma de prisma recto o cilindro, cuya base superior es coplanar a la apertura de la cavidad.

Con esta configuración, las metalizaciones se sitúan sobre una misma lámina o láminas continuas de dieléctrico. De esta forma se simplifican y abaratan los procesos de fabricación, ya que una vez obtenida la estructura multicapa de parches y dieléctricos mediante técnicas habituales de fabricación en tecnología microstrip, no es necesario un tratamiento posterior de ésta. Se evita así la complejidad tecnológica que supone incluir tramos de dieléctrico truncados dentro de las cavidades, o la inserción de postes o placas metálicas a través de los sustratos y plano conductor. Además el alineamiento y ensamblado de las

distintas capas de dieléctrico y las cavidades se realiza de forma conjunta para todos los elementos del array.

Por otra parte, las mejores propiedades de funcionamiento de los arrays convencionales en cavidad se mantienen con esta configuración. Así, la combinación de cavidades eléctricamente gruesas con baja permitividad y la alimentación mediante acoplo capacitivo proporcionará una característica de banda ancha en impedancia si se emplea el mismo proceso de diseño descrito en [1] para arrays convencionales en cavidad. Los espesores de los sustratos situados sobre las cavidades deberán diseñarse eléctricamente delgados, con el fin de minimizar el acoplo entre elementos por onda de superficie de forma que, no sólo no se produzca un

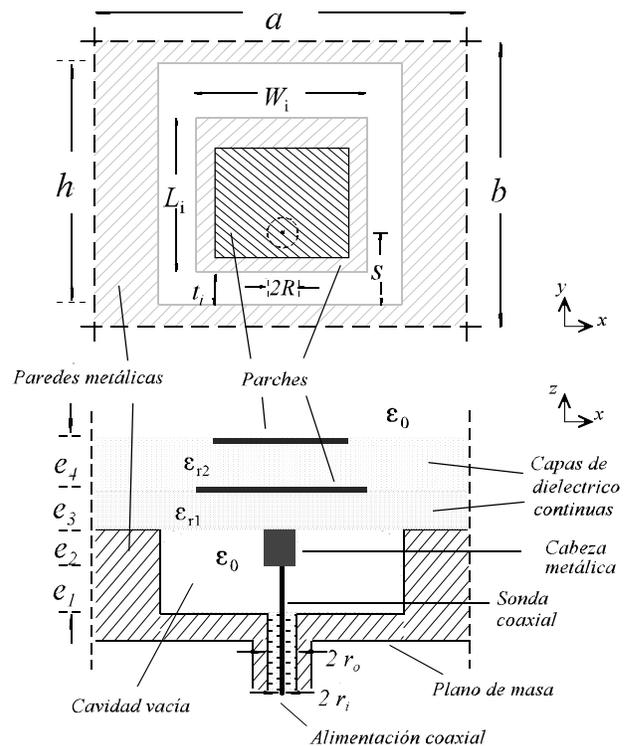


Figura 1. Célula elemental de la configuración de array propuesta. $a=b=1.95\text{cm}$, $h=1.85\text{cm}$, $W_1=13.5\text{mm}$., $L_1=9.5\text{mm}$., $L_2=W_2=1.35\text{cm}$, $s=0.48\text{ cm}$., $e_1=4.4\text{mm}$., $e_2=0.5\text{mm}$, $e_3=0.508\text{mm}$., $e_4=0.762\text{mm}$., $R=1.3\text{mm}$., $t_1=3.5\text{mm}$, $t_2=3.5\text{mm}$. Alimentación coaxial (Conector SMA): $g_x=1.951$, $r_i=064\text{ mm}$, $r_o=2.05\text{ mm}$.

decremento en la cobertura de barrido sino que se consiga una mejora de esta característica en ciertos planos.

3. MÉTODO DE ANÁLISIS MODULAR

Para el análisis de arrays con la configuración propuesta se aplica un método de análisis híbrido que combina diferentes técnicas numéricas de onda completa. El procedimiento utiliza el modelo de array infinito y se basa en la caracterización individual mediante una matriz de dispersión multimodo (MDM) de los

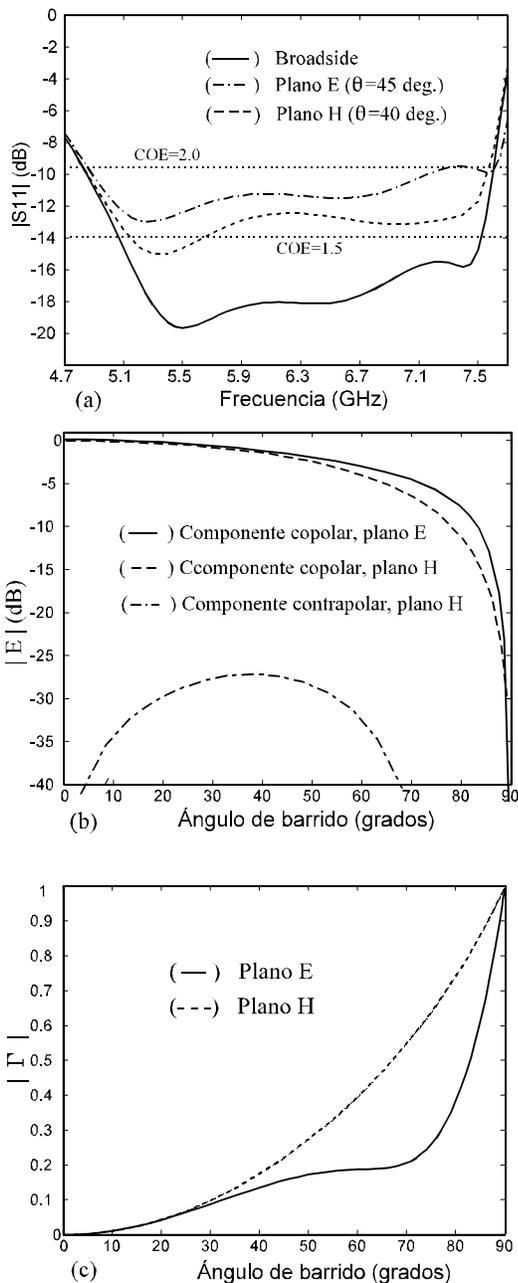
diferentes módulos en que se divide la célula periódica. Estas matrices se obtienen mediante una técnica numérica apropiada para cada módulo. La región que incluye la cavidad y la alimentación se analiza mediante el método propuesto en [2] que combina los métodos de Adaptación Modal y de Elementos Finitos en dos dimensiones. Para el análisis de la estructura multicapa de parches y dieléctricos situada sobre las cavidades se emplea el Método de los Momentos en el dominio espectral tal como se describe en [3]. Mediante un proceso de conexión en cascada de las diferentes matrices se obtiene la MDM de la estructura completa que relaciona las amplitudes de los modos en el cable coaxial y de los armónicos de Floquet en el semiespacio, y a partir de al cual se obtiene el coeficiente de reflexión activo, la impedancia activa y los diagramas de elemento activo del array. Este procedimiento será idóneo para diseñar y optimizar configuraciones de array como el propuesto ya que una modificación en uno de los módulos sólo requiere recalcularse la correspondiente MDM.

4. RESULTADOS NUMÉRICOS

A continuación se presentan resultados de un diseño con 2 parches apilados como el descrito en la figura 1 en los que se utilizan substratos comerciales (PTFE, $\epsilon_r=2.55$) de diferentes espesores. La figura 2(a) muestra el módulo del coeficiente de reflexión activo en función de la frecuencia para tres ángulos de barrido, broadside, $2=45^\circ$ en plano E y $2=40^\circ$ en plano H. En broadside se obtiene un ancho de banda de 2.5 GHz para un coeficiente de onda estacionaria (COE) menor de 1.5 (40% a la frecuencia central de 6.23 GHz). El espesor relativo de la cavidad es $e/\delta_0=0.102$ donde $e=e_1+e_2$. Para el volumen de barrido definido se obtiene un ancho de banda del 42% para un $COE < 2.0$. En la figura 2(b) se representan los diagramas de elemento activo de campo eléctrico en planos E y H a 6.23 GHz. Se obtiene un bajo nivel de polarización cruzada por debajo de -26 dB en plano H. El nivel de polarización cruzada en plano E es despreciable. En la figura 2(b) y para la misma frecuencia se representa el módulo del coeficiente de reflexión activo adaptado en broadside, Γ , en función del ángulo de barrido, en los planos E y H. No se observan efectos perjudiciales debidos a la excitación de ondas de superficie. Por el contrario se obtiene unos márgenes de barrido de 149° y 86° en los planos E y H respectivamente para un COE menor que 2.0.

5. REFERENCIAS

- [1] M. A. González, J. Zapata and J.A. Encinar, "Broad-band Cavity-Backed and Capacitively Probe-Fed Microstrip Patch Arrays", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.48, pp. 784-789, May 2000.
- [2] M. A. González, J.A. Encinar, J. Zapata and M. Lambea, "Full wave analysis of cavity-backed and probe-fed microstrip patch arrays by a hybrid mode-matching, generalized scattering matrix and finite-element method", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 46, pp.234-242, Feb. 1998.
- [3] Changhua Wan and José A. Encinar, "Efficient computation of generalized scattering matrix for analyzing multilayered periodic structures". *IEEE Trans. on Antennas Propagat.*, vol.43, pp. 1233-1242, November 1995.



Figuras 2(a): Coeficiente de reflexión activo en función de la frecuencia, (b): Diagramas de elemento activo a 6.23 GHz, y (c): Coeficiente de reflexión activo adaptado en broadside (6.23GHz) correspondiente al array definido en la figura 1.