

# MEDIDAS DE UNA ANTENA PARCHE SOBRE UN SUBSTRATO PBG 2-D

Gemma Nagore, Iñigo Ederra, Beatriz Martínez  
Jorge Teniente, Ramón Gonzalo

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.  
Grupo de Microondas y Milimétricas.  
Universidad Pública de Navarra.  
ramon@unavarra.es

Peter de Maagt

Electromagnetics Division  
ESA-ESTEC, Netherlands  
Peter.de.Maagt@esa.int

## ABSTRACT

In this paper, measurements showing the improvements obtained by using a PBG substrate instead of a conventional one are presented. The main parameters such as radiation efficiency, directivity and back and side radiation are improved due to reduction of the surface wave excitation.

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de antenas parche microstrip está muy extendido debido a que es una estructura plana, robusta, fácil de construir y de bajo coste. Sin embargo, el diseño de antenas parche tiene algunas limitaciones como una banda de operación restringida, baja ganancia y baja eficiencia de radiación debido a las pérdidas por ondas de superficie.

Una manera de aumentar el ancho de banda es aumentar el grosor del sustrato o el valor de la permitividad, pero esto lleva a un aumento en la excitación de los modos de superficie o de sustrato que son consideradas como mecanismos de pérdidas.

Los materiales PBG son estructuras periódicas cuya característica es la de presentar un rango de frecuencias prohibidas en la que la propagación de las ondas electromagnéticas no está permitida para algunas direcciones de propagación.

La idea básica es colocar la antena parche sobre un sustrato PBG, haciendo coincidir la banda de operación de la antena con el gap del PBG. Como las ondas de superficie no podrán propagarse por el sustrato PBG, se comprobará su reducción así como las ventajas que ello conlleva al mejorar los diagramas de radiación y aumentar de la eficiencia de radiación.

## 2. DISEÑO Y MEDIDA

Las dimensiones de la antena y del sustrato así como el tipo de alimentación empleado es el mismo que el que se describe en [1].

El material empleado para su fabricación es RT/duroid RO3010, para el sustrato superior y RT/duroid RO6010 para sustrato inferior, ambos con una constante dieléctrica de 10.

Una vez realizadas las simulaciones [1], se pasó a su fabricación en el laboratorio de las Antenas y Microondas de la Universidad Pública de Navarra (figura 1).



Figura 1. Fotografía de las antenas fabricadas: con sustrato PBG y convencional (izquierda) y circuitos enfrentados sobre sustrato convencional y PBG (derecha).

Para confirmar los datos obtenidos mediante simulación [1], se midieron los diagramas de radiación en el CATR de ESA-ESTEC en Noordwijk (Holanda).

Los diagramas de radiación de la figura 2 se muestran a 15.2GHz por ser ésta la frecuencia de resonancia. Las mejoras obtenidas cuando se utiliza el sustrato PBG son considerables. El valor de la directividad se ve incrementado en aproximadamente 10dB en la dirección de 0°, los diagramas de radiación son más suaves y la radiación trasera y lateral se ha reducido. En particular, utilizar un PBG como sustrato lleva a obtener una relación delante-atrás de más de 10dB, mientras que en el caso de un sustrato convencional es sólo de unos 3dB.

Los diagramas, tanto del plano E como del H, coinciden bastante bien con los resultados obtenidos en simulación [1]. Sin embargo, en la región de 210° a 330°, el plano E es perturbado por la presencia del conector (ver figura 2).

También se presentan los diagramas de radiación para distintas frecuencias dentro del rango de operación del PBG (de 14.5GHz a 16GHz con pasos de 0.25GHz) normalizados al máximo de cada uno de ellos, para el caso del plano H. Cuando se emplea un sustrato convencional, los diagramas presentan una fuerte dependencia con la frecuencia debido a la radiación de los modos de superficie al final del sustrato. La constante de propagación de estos depende de la frecuencia y por tanto llegan al final del sustrato con diferente fase y contribuyen al diagrama de radiación de manera distinta. En cambio, los diagramas de radiación para el plano H son bastante estables cuando se utiliza un sustrato PBG. Esta dependencia de la frecuencia se ve reducida al mitigarse la excitación de los modos de superficie dentro de la banda de operación del gap (ver figura 3).

Otra manera de comprobar la reducción de los modos de sustrato es observar el de campo eléctrico cercano (diagramas de superficie). Las medidas de los diagramas de superficie se llevaron a cabo en el Instituto de Semiconductores Electrónicos II, RWTH Aachen (Alemania). Se midieron todas las componentes, pero sólo se mostrará la parte real de la componente z del campo eléctrico porque es la predominante al calcular el campo cercano. Es importante

reducir la contribución de los modos de sustrato en esta componente porque al llegar al final del sustrato radiará y contribuirá de forma negativa al diagrama de radiación. Como se puede observar en la figura 4, la reducción de los modos de sustrato es considerable.

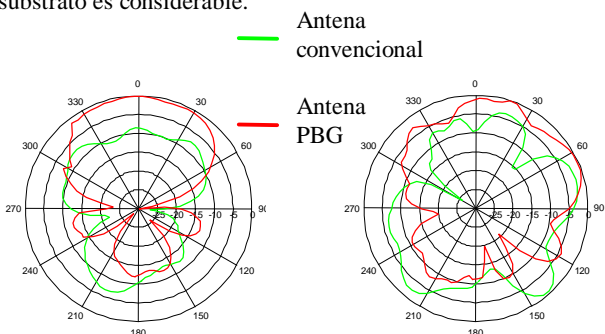


Figura 2. Medida del diagrama de radiación para el plano H (izquierda) y plano E (derecha) de una antena parche sobre sustrato convencional y PBG.

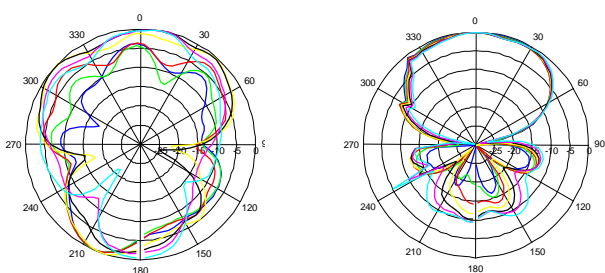


Figura 3. Medida de los diagramas de radiación para el plano E de una antena parche sobre sustrato convencional (izquierda) y PBG (derecha).

Una vez comprobado que la utilización de una estructura PBG reduce los modos de sustrato y por tanto mejoran los principales parámetros de radiación se quiere demostrar, que su utilización también reduce el acoplamiento mutuo entre antenas. Para ello se fabricaron en el Laboratorio de Antenas y Microondas de la Universidad Pública de Navarra dos antenas enfrentadas sobre un sustrato convencional y sobre un sustrato PBG con diferente número de agujeros entre ellas (1, 3 y 5). Se midió su parámetro de transmisión y se comprobó que conforme aumenta el número de periodos del PBG entre las antenas disminuye el acoplamiento entre las mismas debido a la reducción de los modos de sustrato (figura 5). De hecho, cuando se colocan 5 filas de agujeros entre las antenas la reducción del acoplamiento es de aproximadamente 25dB a 17GHz. Además se procedió a la medida del diagrama de superficie de ambos circuitos en Aachen (Alemania) y se comprobó que al utilizar un sustrato PBG la propagación de los modos de superficie se reduce (figura 6) [2].

### 3. CONCLUSIONES

El uso de estructuras PBG como sustrato de antenas parche lleva a un aumento de la directividad, a la reducción de la radiación trasera y lateral, a una disminución de la dependencia con la frecuencia de los diagramas de radiación y a una mejora de la eficiencia. Esto abre un nuevo horizonte en el diseño de sustratos de mayor grosor y con valores de permitividad más altos ya que las pérdidas por excitación de modos de sustrato son mínimas. Además se comprueba que

al utilizar un sustrato PBG el acoplamiento mutuo entre las antenas disminuye. Este es el primer paso hacia el uso de arrays de antenas parche sobre sustratos PBG.

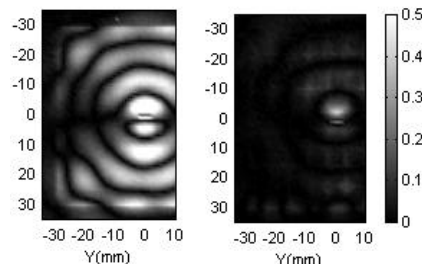


Figura 4. Medida de la parte real de la componente z del campo eléctrico para una antena sobre sustrato convencional (izquierda) y PBG (derecha).

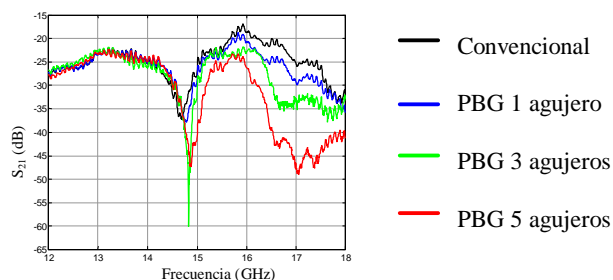


Figura 5. Parámetro de transmisión  $S_{21}$  para dos antenas enfrentadas sobre sustrato convencional y PBG (1, 3 y 5 filas de agujeros).

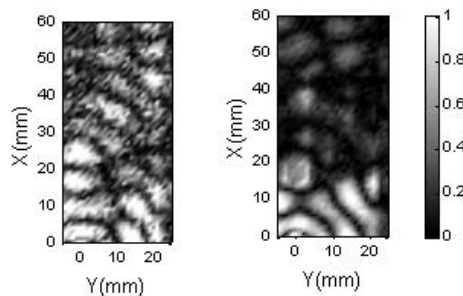


Figura 6. Medida de la parte real de la componente z del campo eléctrico para dos antenas enfrentadas sobre sustrato convencional (izquierda) y PBG (derecha).

### 4. REFERENCIAS

- [1] Nagore, G., Gonzalo, R., De Maagt, P., "Mejoras en antenas parche usando Photonic Bandgap sustratos", pp.251-252 URSI 2000.
- [2] Nagore, G. "Análisis, diseño y medida de antenas parche sobre sustratos PBG", PFC, Universidad Pública de Navarra, España, Marzo 2001.