



Antena doble banda alimentada por proximidad para aplicaciones de WLAN en 2.4 y 5.2 GHz.

Danelys Rodríguez Ávila, Elyú González Gutiérrez, Michel Coto Mederos, Francisco R. Marante Rizo

RESUMEN / ABSTRACT

En este trabajo se presenta el diseño de una antena de microcinta doble frecuencia, alimentada por proximidad. El dispositivo trabaja en las bandas de 2.4 (2.4-2.485 GHz) y 5.2 (5.15-5.35 GHz) de Wifi. Para alcanzar la operación en doble frecuencia, se ha realizado una ranura en forma de herradura en el centro del parche. Se ha logrado que la nueva banda sea ajustable en un amplio rango (desde 4.95 hasta 5.70 GHz), lo que permite obtener relaciones de frecuencias f_2/f_1 desde 2.06 hasta 2.38.

Palabras claves: microcinta, doble frecuencia, ajustable.

In this work it is presented a dual band proximity fed microstrip antenna. The device works on Wifi bands 2.4 (2.4-2.485 GHz) and 5.2 (5.15-5.35 GHz). Dual frequency operation has been realized by a slot patch. The new band can be adjustable in a wide range from 4.95 to 5.70 GHz, which allows getting frequency ratios f_2/f_1 from 2.06 to 2.38.

Key words: microstrip, dual frequency, adjustable.

INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad emergente de los sistemas de comunicaciones móviles actuales de soportar múltiples servicios inalámbricos como la conmutación hacia otros canales, mejoras de las velocidades de transmisión, calidad de voz y video, menos llamadas perdidas, transmisión de mayores volúmenes de información, etc., se ha incrementado el desarrollo de antenas que trabajen con un mayor ancho de banda y que resuenen en varias frecuencias.

Por otra parte, desde la invención de la antena de microcinta y debido a sus características de perfil plano, fácil fabricación e integración en dispositivos de microondas, bajo costo, así como su éxito en aplicaciones militares, comunicaciones móviles satelitales, comunicaciones celulares terrestres, GPS (Sistema de Posicionamiento Global), etc., esta tecnología ha ganado gran popularidad en el campo de las comunicaciones inalámbricas. Sin embargo, una de sus limitaciones es su operación en una sola banda de frecuencia, por lo que surge la necesidad de buscar técnicas y métodos encaminados a superar esta deficiencia¹.

En este trabajo se propone un diseño de antena de microcinta alimentada por proximidad para las bandas de 2.4 (2.4-2.485 GHz) y 5.2(5.15-5.35 GHz) de Wifi. Se ha logrado que en este prototipo, la banda de 5.2 sea ajustable, alcanzando relaciones de frecuencias f_2/f_1 desde 2.06 hasta 2.38.

La antena, diseñada con el Modelo de Línea de Transmisión² presenta aceptables patrones de radiación para ambas frecuencias y cumple con los requisitos de anchos de banda para las aplicaciones correspondientes (Wifi).

DISEÑO INICIAL PARA 2.4 GHz

Este modelo consiste en una antena alimentada por proximidad, diseñada para 2.4 GHz con el Modelo de Línea de Transmisión y utilizando FR4 para ambos sustratos (superior e inferior)³. Se ha empleado alimentación por proximidad, ya que con esta técnica se obtienen anchos de banda superiores⁴ (hasta el 13 %). Esto ha permitido cumplir con los requerimientos de ancho de banda de las aplicaciones correspondientes.

En Tabla 1 se muestran las dimensiones del modelo, mientras en la Figura 1 se pueden apreciar las vistas superior y frontal de la antena diseñada en HFSS.

Tabla 1 Dimensiones de la antena.

Nomenclatura	Dimensión	Descripción
wpar	50,6 mm	Ancho del parche
lpar	27,2 mm	Longitud del parche
wsust	83,6 mm	Ancho del sustrato
lsust	60,2 mm	Longitud del sustrato
walim	4 mm	Ancho de la alimentación
lalim	29,5 mm	Longitud de la alimentación
h1	1,5 mm	Altura del sustrato superior
h2	1,5 mm	Altura del sustrato inferior
hcob	0,035 mm	Altura del cobre

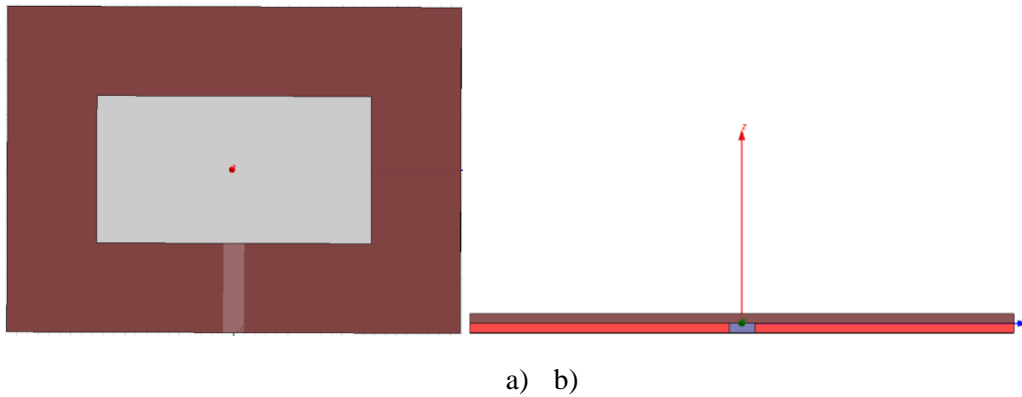


Figura 1 Antena de microcinta alimentada por proximidad: a) vista superior b) vista frontal.

En la Figura 2 se muestra el parámetro S_{11} de esta antena. Existe además un pulso en 2,8 GHz que no se pudo eliminar sin afectar el ancho de banda en 2.45 GHz. De cualquier forma, éste no afecta los propósitos del diseño.

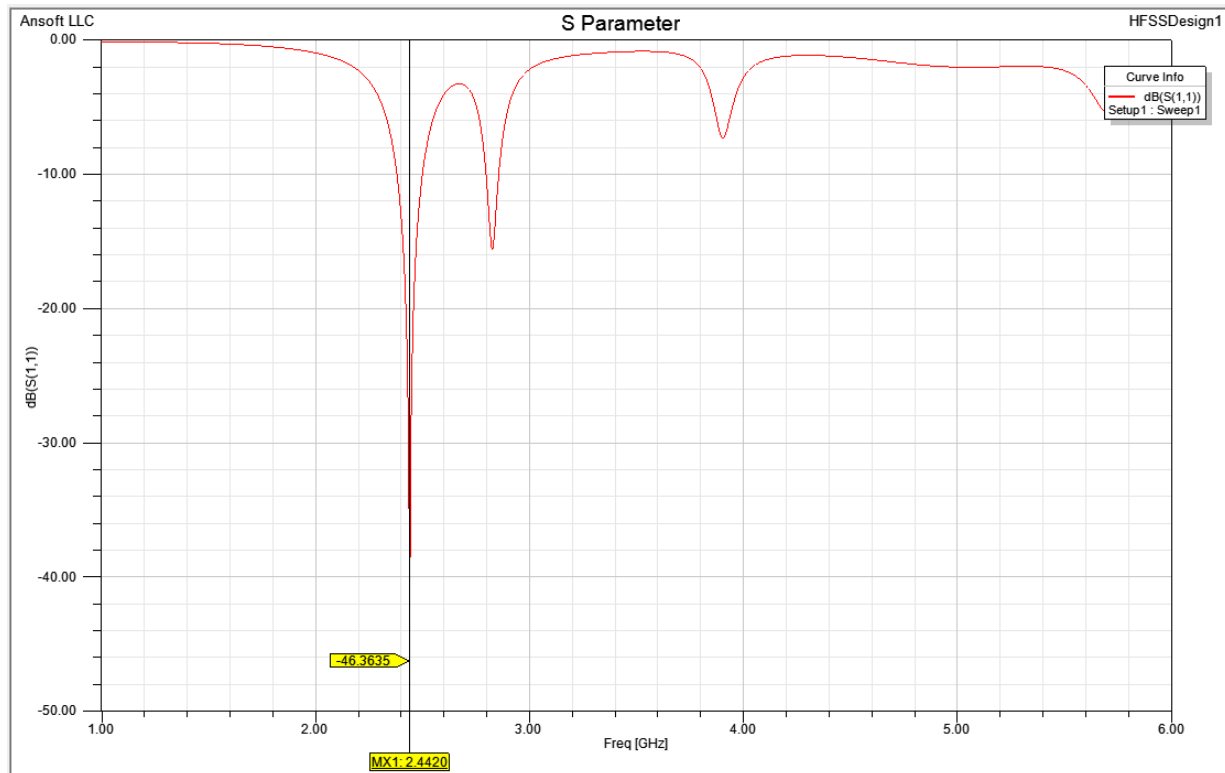


Figura 2 Parámetro S_{11} para el modelo inicial.

Para la frecuencia de resonancia de interés (2.44 GHz) se obtuvo un valor de -46 dB de pérdidas de retorno, lo que muestra el adecuado acoplamiento del dispositivo.

CREACIÓN DE LA NUEVA BANDA

Para crear la banda de 5.2 GHz, primeramente se analizó la distribución de campo sobre el parche para esta frecuencia (Figura 3). Como se puede observar, existe un máximo de intensidad en el centro, por lo que se realizaron transformaciones alrededor de esta zona para excitar un nuevo modo de propagación de la antena⁵.

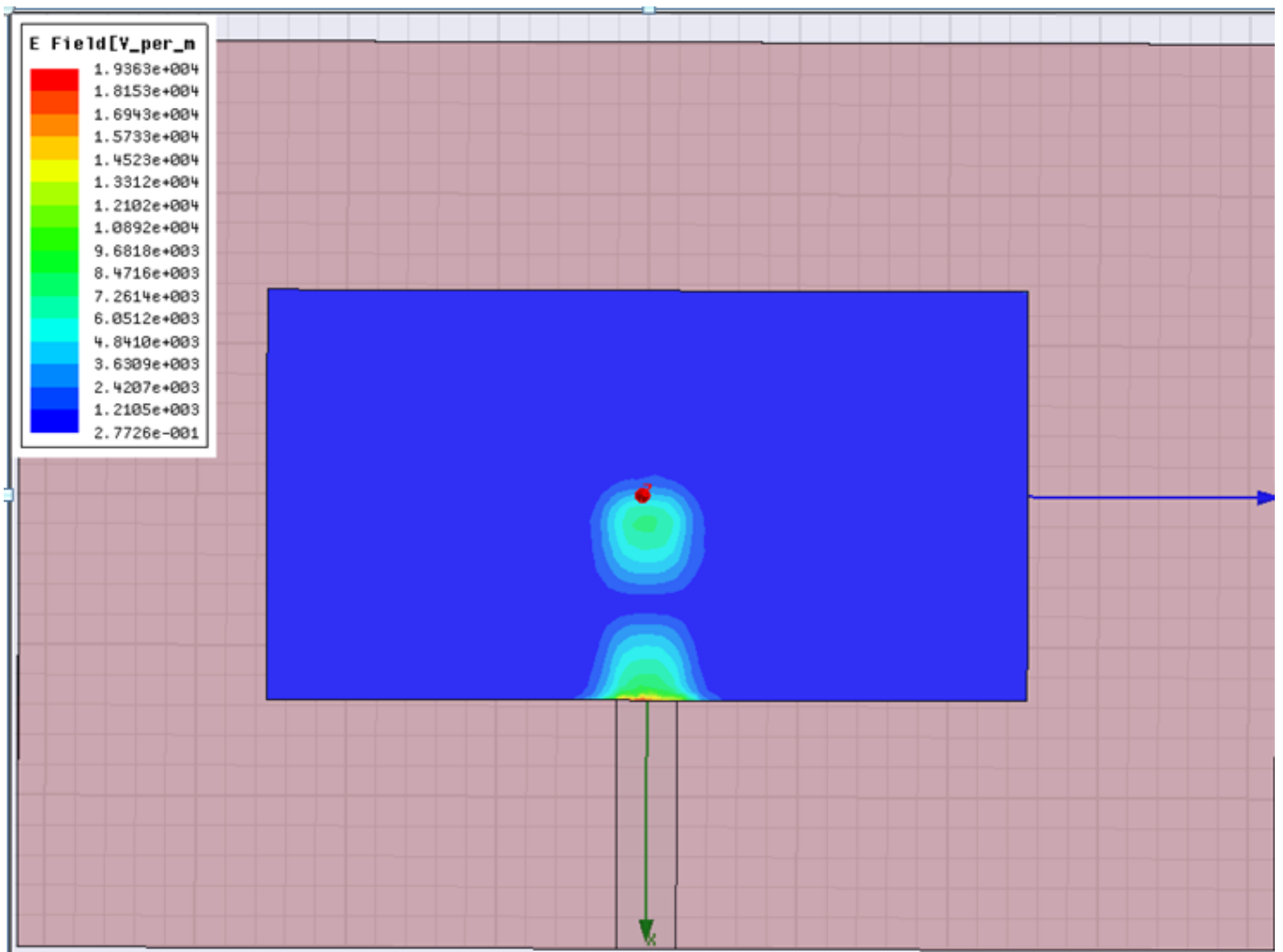


Figura 3 Distribución de campo para 5.25 GHz.

Después de una serie de transformaciones (pines en cortocircuito, adición de pequeños fragmentos de parche en forma de L, orificios cilíndricos, ranuras en forma de U, ranuras rectangulares, etc.), con una ranura en forma de herradura⁶ en el centro del parche se logró la creación de la nueva banda (Figura 4).

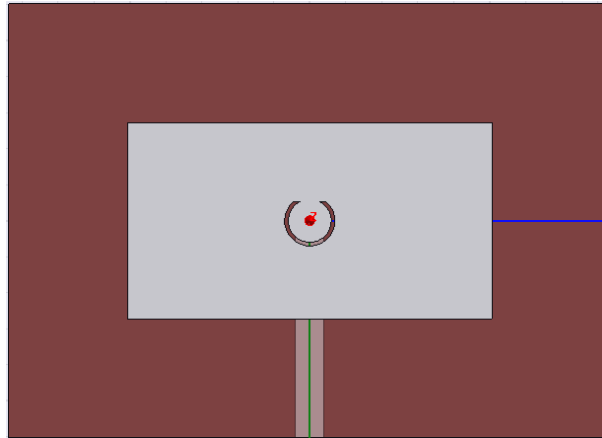


Figura 4 Modelo final doble banda para 2.45 y 5.25 GHz.

La resonancia en la nueva banda se obtuvo con las siguientes dimensiones en la herradura: radio exterior de la herradura de 3,5 mm, el radio interior de 3 mm y la separación entre ambas puntas es de 2,6 mm.

A continuación se muestra la nueva distribución de campo para 5.25 GHz, donde se puede apreciar la influencia de la herradura creada en la generación de la nueva banda (Figura 5).

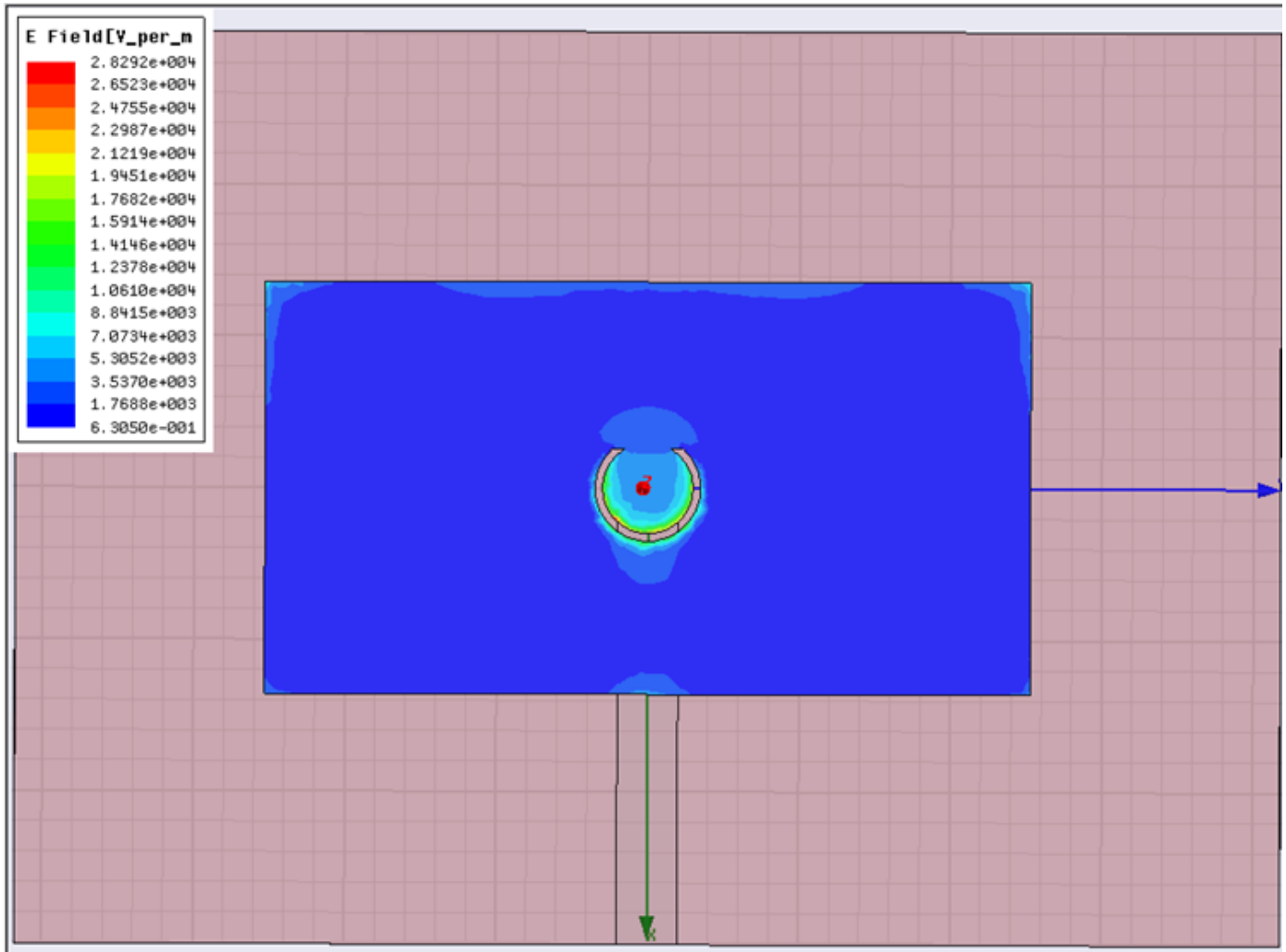


Figura 5 Distribución de campo para 5.25 GHz del diseño final.

En la Figura 6 se evidenciará la existencia de la nueva banda en 5.2 GHz.

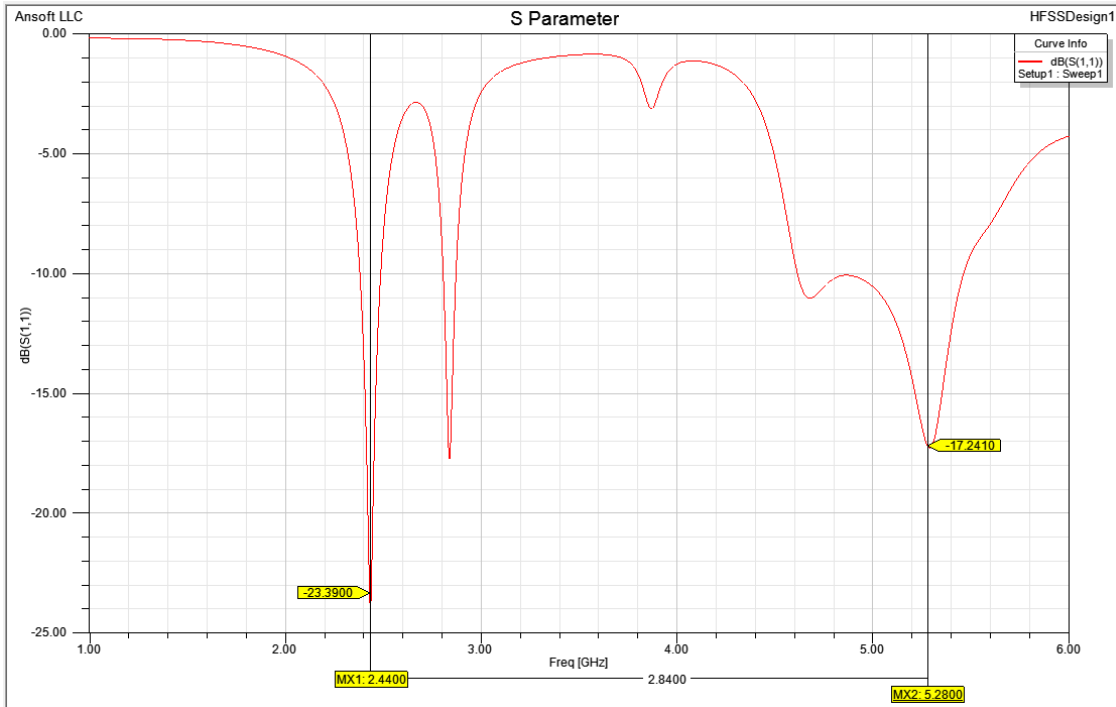


Figura 6 Parámetro S_{11} de la antena multibanda simulada.

La Figura 6 muestra una pequeña disminución del parámetro S_{11} para la banda de 2.44 GHz, no obstante el valor alcanzado (-23.39 dB) es aún suficiente para garantizar buen acoplamiento. De igual manera se considera el resultado logrado en la banda de 5.25 GHz, que alcanza un mínimo de -17.2 dB. Por su parte los anchos de banda en 2.45 y 5.25 GHz son de 106 y 586 MHz respectivamente, suficientes para cubrir las bandas de Wifi de 2.4 (86 MHz requeridos) y 5.2 (200 MHz requeridos).

CARACTERÍSTICAS DE RADIACIÓN

En la Figura 7 se puede ver la uniformidad alcanzada en el patrón de radiación para 2.45 GHz, con directividad máxima de 7,33 dB y eficiencia de 66,8 %.

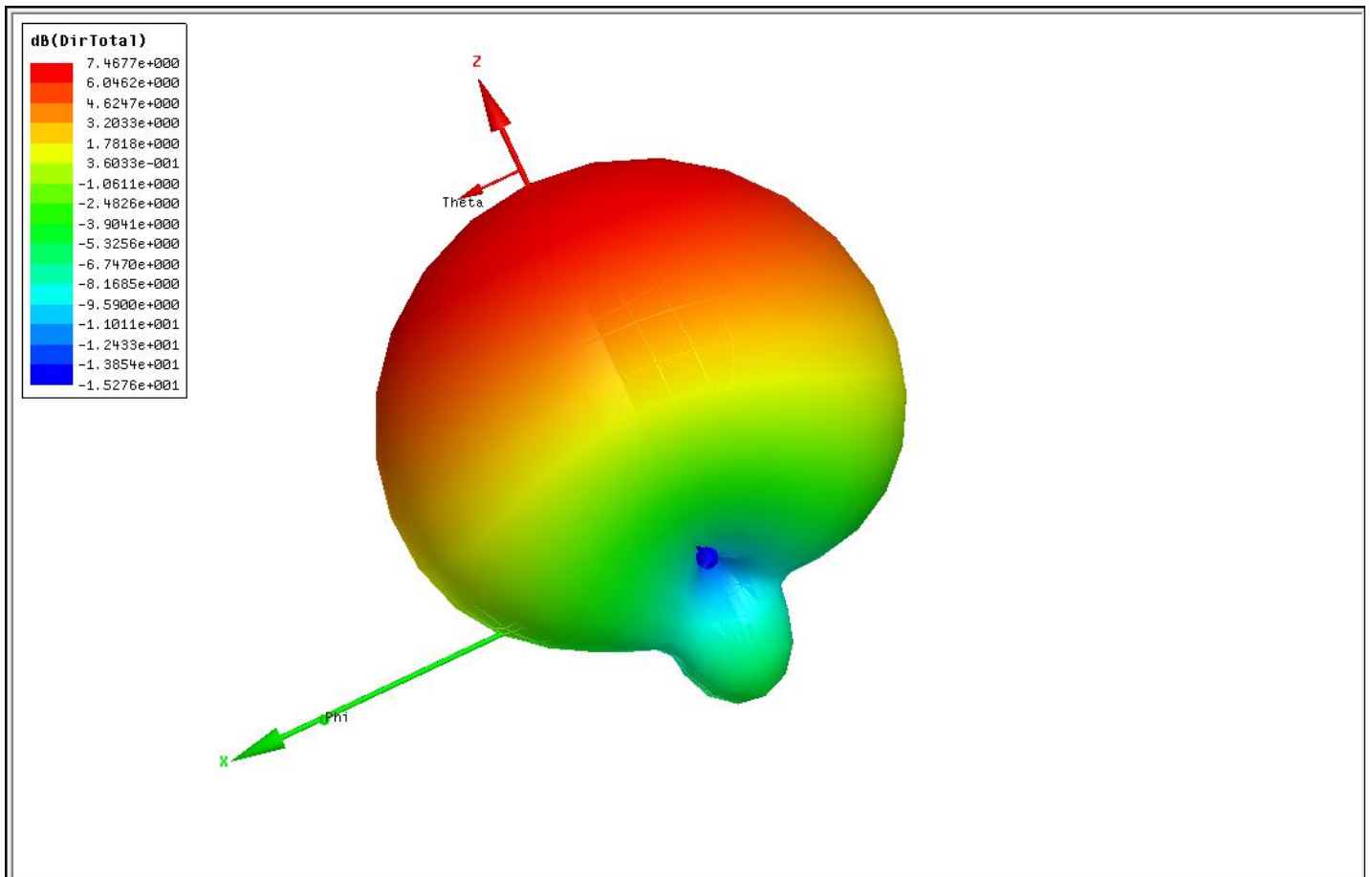


Figura 7 Patrón de radiación tridimensional para 2.45 GHz.

Por otro lado, el patrón para 5.25 GHz aparece en Figura 8. La directividad alcanza un máximo de 7 dB y la eficiencia en esta frecuencia es de 59,6 %.

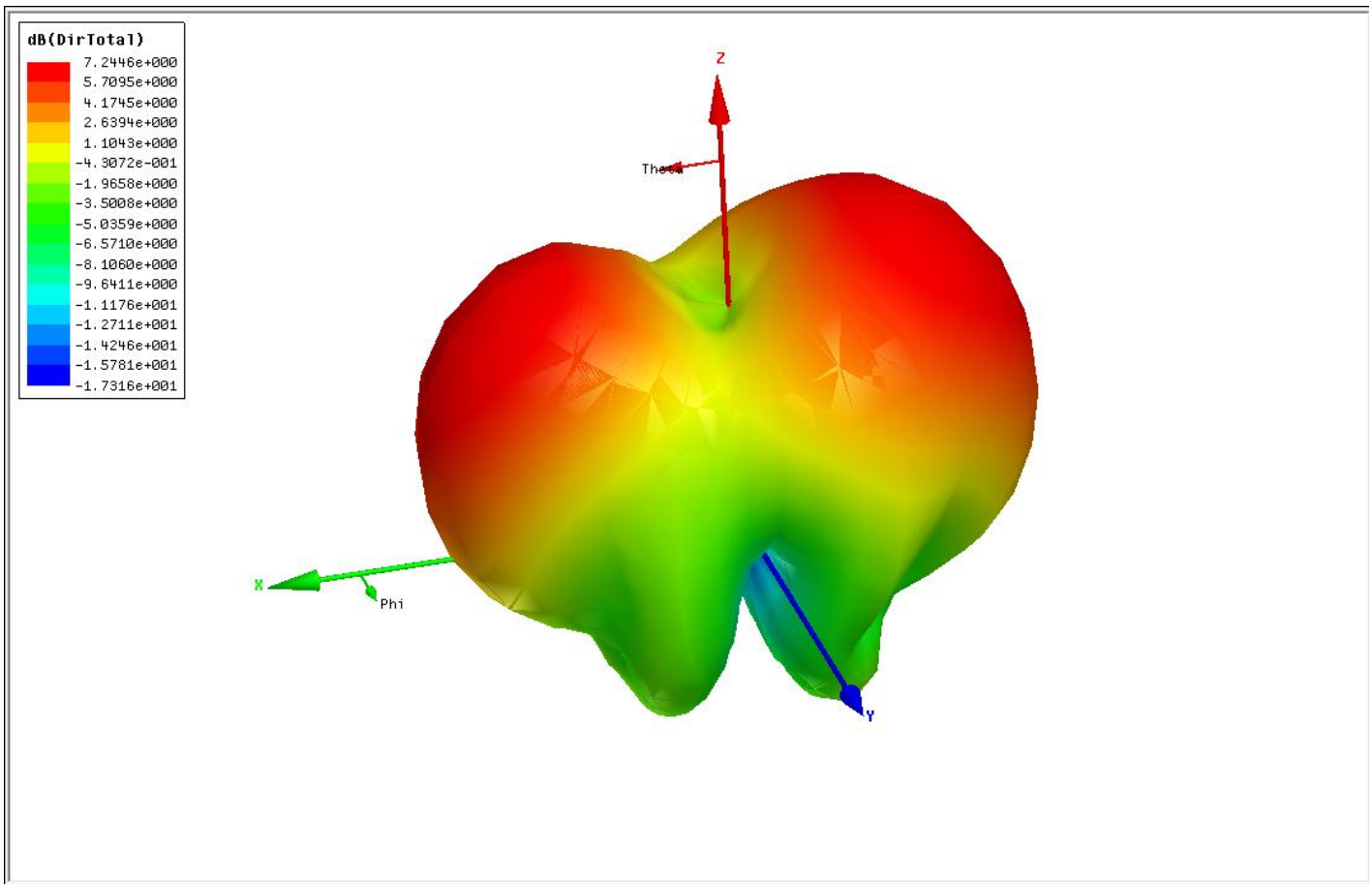


Figura8 Patrón de radiación tridimensional para 5.25 GHz.

En este caso el diagrama presenta una pequeña deformación, pero se considera que con los valores de eficiencia y directividad obtenidos, los resultados para esta banda son aceptables⁷.

RANGO DE AJUSTABILIDAD

Se ha logrado que la banda de 5.25 GHz sea ajustable, con independencia total de la de 2.4 GHz. La variable que permite el corrimiento de la frecuencia central es la separación entre los bordes de la herradura. En Figura 9 se muestra cómo un aumento de esta separación provoca un desplazamiento a la derecha de la nueva banda.

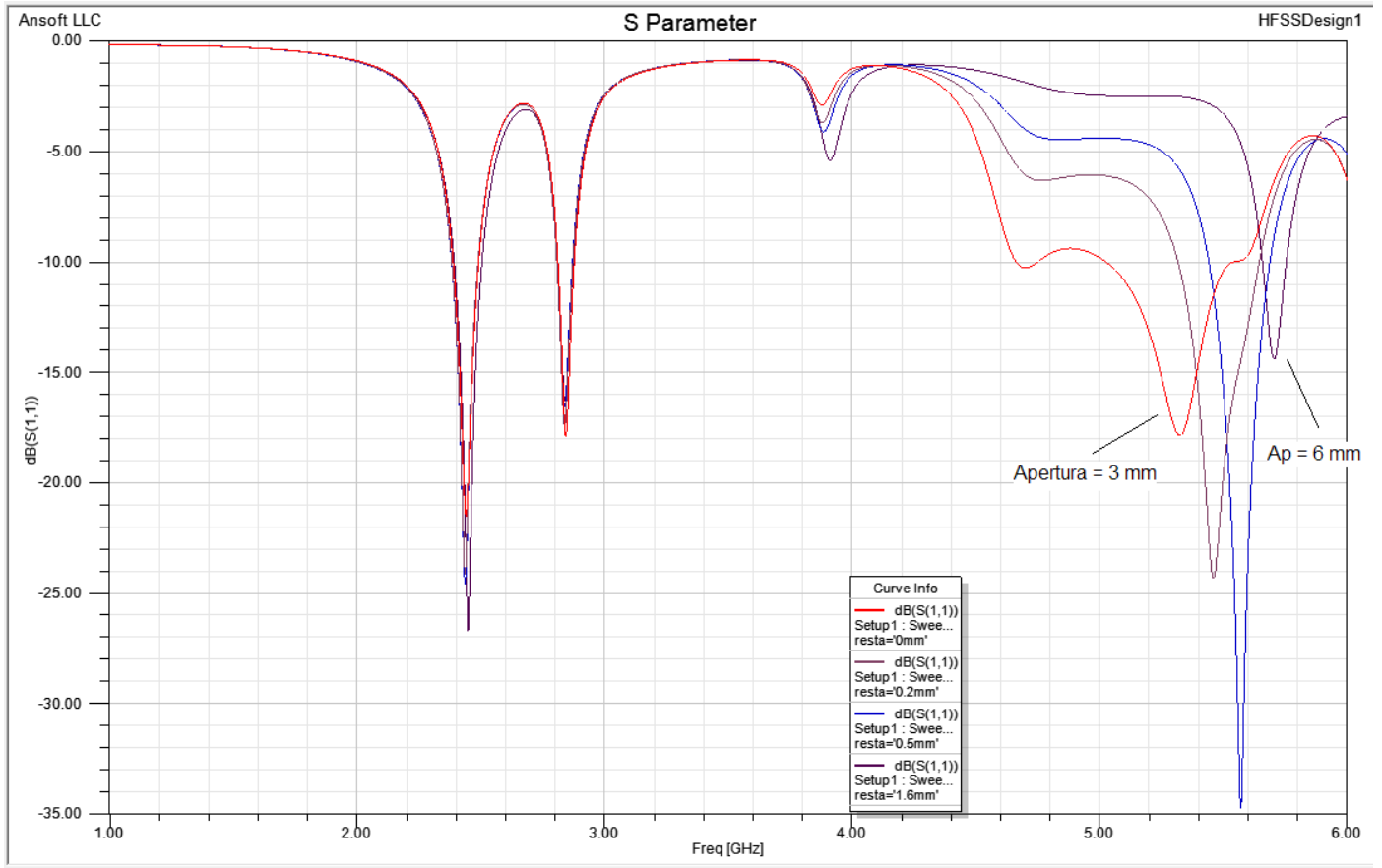


Figura 9 Ajuste de la banda de 5.25 GHz variando la apertura de la herradura.

Se comprobó mediante simulaciones, que esta banda es ajustable desde 4.95 hasta 5.70 GHz, lo que permite obtener relaciones de frecuencias f_2/f_1 desde 2.06 hasta 2.38 (ver Tabla 2).

Tabla 2 Rango de ajustabilidad para 5.25 GHz.

Frecuencia Central	Apertura de la Herradura	Relación f_2/f_1
4.95 GHz	1.7 mm	2.06
5.45 GHz	3.5 mm	2.27
5.70 GHz	6 mm	2.38

FABRICACIÓN Y MEDICIÓN DE LA ANTENA

La Figura 10 muestra el diseño propuesto fabricado en el Laboratorio del Instituto.

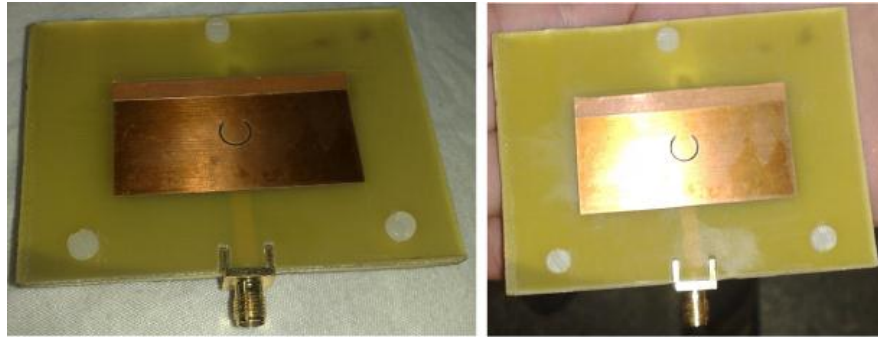


Figura10 Antena doble banda fabricada.

El parámetro S_{11} medido para esta antena aparece en rojo en Figura 11. Se obtuvieron valores de -19 dB para 2.4 GHz y -34 dB para 5.2 GHz. Para realizar esta medición se utilizó un Analizador Vectorial de Redes ZVB 20 (VNA, siglas en inglés), dispositivo que permite realizar barridos de frecuencia de 10 MHz a 20 GHz y cuenta con un ordenador integrado con Windows Xp para procedimientos automatizados⁸.

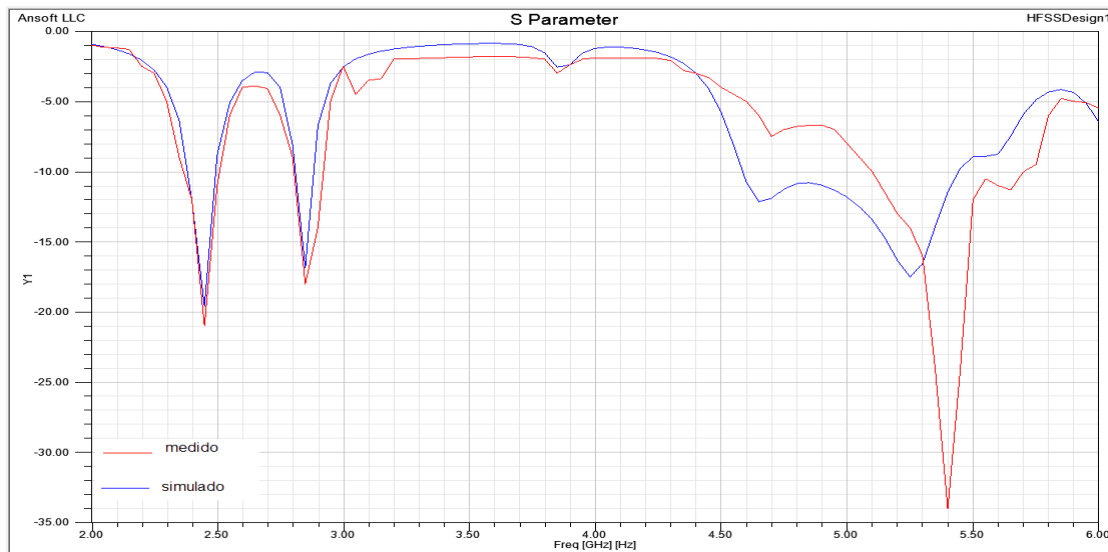


Figura 11 Parámetro S_{11} medido y simulado.

Es muy importante el hecho que los anchos de banda obtenidos son superiores a los mínimos requeridos para las aplicaciones de Wifi correspondientes (ver Tabla 3)⁹.

Tabla 3 Anchos de banda de la antena fabricada.

Banda	Aplicación	AB obtenido	AB mínimo requerido
2.4 GHz	Wifi	106 MHz	85 MHz
5.2 GHz	Wifi	586 MHz	200 MHz

También se obtuvieron los patrones de radiación normalizados y se muestran debajo.

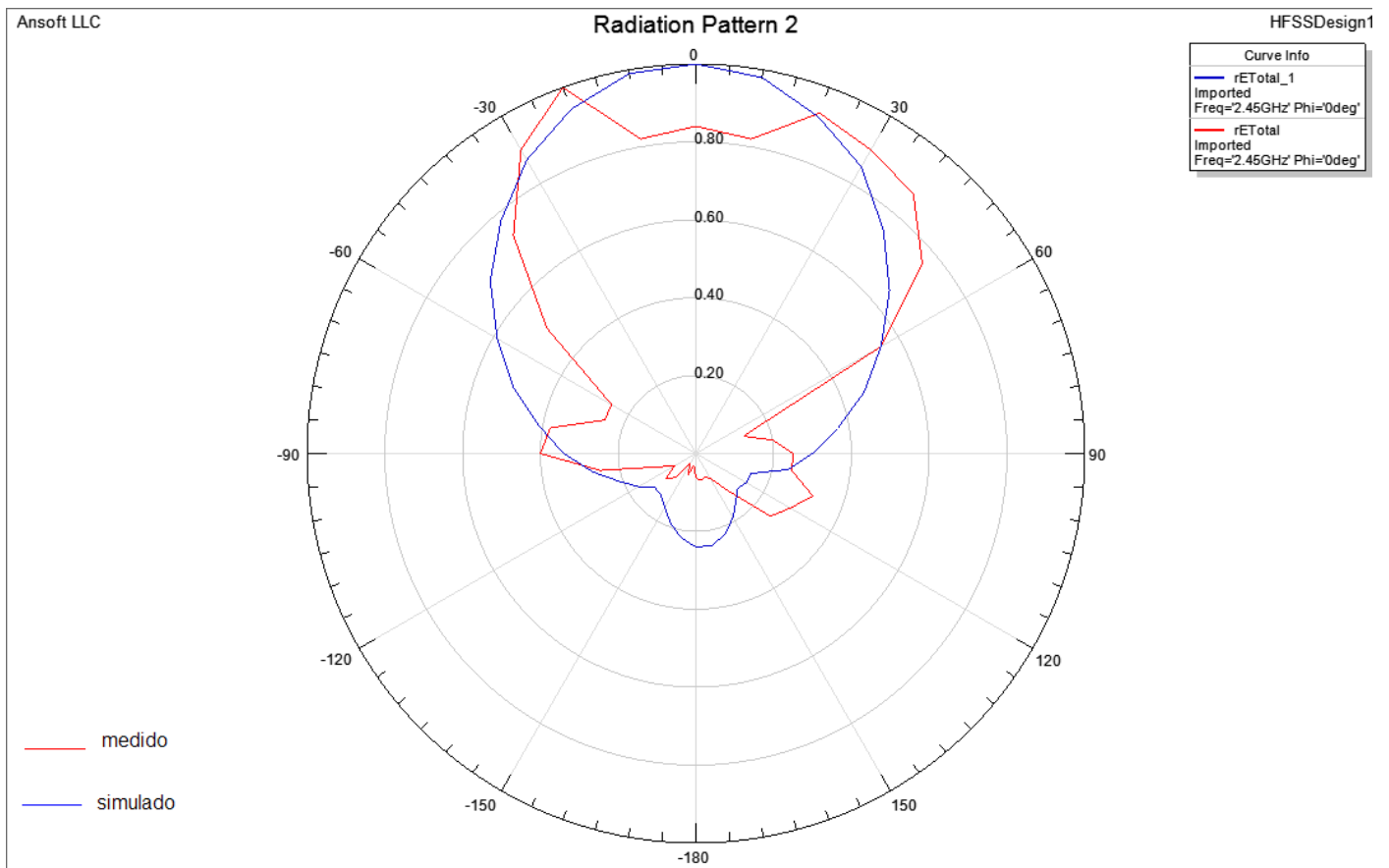


Figura 12 Patrón de radiación normalizado medido y simulado para 2.44 GHz.

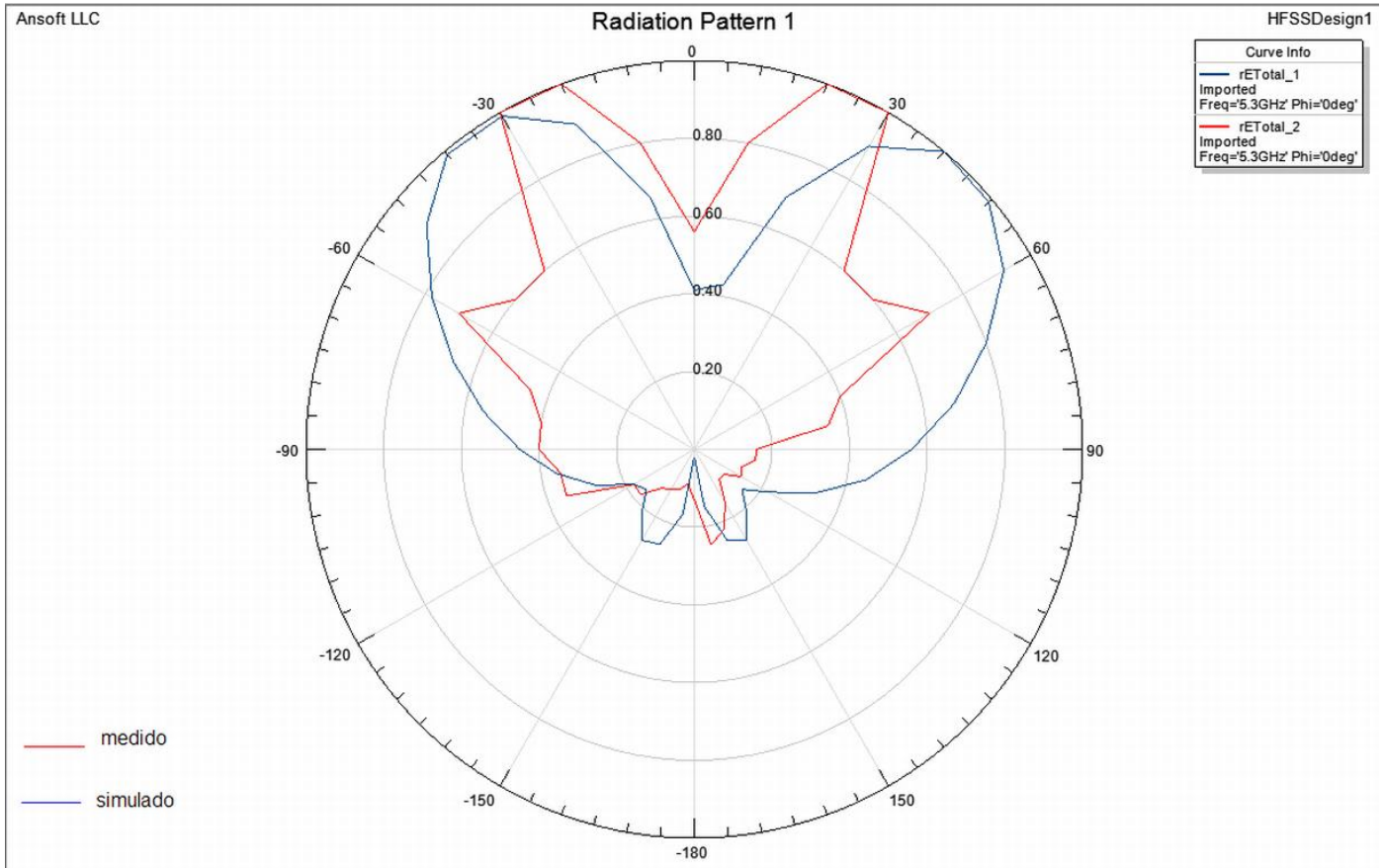


Figura 13 Patrón de radiación normalizado medido y simulado para 5,3 GHz.

Estas mediciones se realizaron en un ambiente exterior en un piso elevado, intentando simular espacio libre, y utilizándose como Generador de Señales(R&S SMF)conectado a una antena de bocina de banda ancha que opera en el rango de frecuencias analizadas y conectado a la antena diseñada, un Analizador de Espectro(R&S FSL).⁸

Como se ha podido apreciar, los resultados de las mediciones concuerdan en un aceptable por ciento con las simulaciones, lo que demuestra, una vez más, la precisión de HFSS en este tipo de investigación y corrobora el correcto funcionamiento del dispositivo construido.

CONCLUSIONES

En esta investigación, se ha llevado a cabo y se ha explicado detalladamente el proceso de diseño de un modelo de antena doble frecuencia para las bandas de 2.4 y 5.2GHz de Wifi. Se comprobó que variando la apertura de la ranura creada en forma de herradura en el centro del parche del ejemplo mostrado, se logra ajustar la banda de 5.2 en un amplio rango de frecuencias, lo que permite que el diseño se pueda reajustar para otras aplicaciones.

Esta antena fue fabricada y medida y los resultados obtenidos fueron similares a los de las simulaciones. Además, se demostró que la antena construida presenta adecuadas características de radiación (ancho de banda, eficiencia, directividad, etc.) por lo que se considera que cumple los requisitos necesarios en ambas bandas para ser utilizada en las aplicaciones correspondientes.

También, se ha podido comprobar que, analizando la distribución de campo sobre el parche para la frecuencia de la banda de interés realizando posteriormente las transformaciones pertinentes, se puede lograr multisintonía en antenas de microcinta.

REFERENCIAS

1. Milligan, T.A., T. A. Modern Antenna Design.
2. Balanis, C.A., Antenna Theory. Analysis and Design. New Jersey 2005.
3. Leandro Acosta Alvarez, J. M. Z. I. (2011). *Investigación de las características de radiación de la antena de microcinta alimentada por proximidad*. Comunicaciones Inalámbricas: 78.
4. Garg, R., et al., *Microstrip Antenna Design Handbook*. 2001, London: ArtechHouse, Inc. 2.
5. Wong, K.-L. (2002). *Compact and Broadband Microstrip Antennas*, John Wiley & Sons, Inc.
6. K. F. Lee, K. M. L., K. M. Ma, and S. L. S. Yang (2011). "On the Use of U-Slots in the Design of Dual-and Triple-Band Patch Antennas."
7. You - Chieh Chen, S. - Y.C., and Powen Hsu, *Modification of Radiation Patterns of First Harmonic Mode of Slot Dipole for Dual - Frequency Operation*. 2012.
8. VÁZQUEZ, A.F., *Analizador Vectorial de Redes ZVB20. Análisis de sus potencialidades y desempeño*, 2012, CUJAE.
9. A Technical Tutorial on IEEE 802.11 Standard BreezeCom Wireless Communications.

AUTORES

Danelys Rodríguez Ávila, Ing. en Telecomunicaciones y Electrónica por el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Graduada en el año 2011. danelys@electrica.cujae.edu.cu

Elyú González Gutiérrez, Ing. en Telecomunicaciones y Electrónica por el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Graduado en el año 2013. egonzalezg@fecrd.cujae.edu.cu

Michel Coto Mederos, Ing. en Telecomunicaciones y Electrónica por el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Graduado en el año 2013. estherm@infomed.sld.cu

Francisco R. Marante Rizo, Ing. en Telecomunicaciones en el año 1974 en La Universidad de La Habana y Dr. C.T en La Universidad Técnica de Praga en 1986. marante@electrica.cujae.edu.cu