

DISEÑO DE UNA ANTENA DUAL GAUSSIANA DE DOBLE PROFUNDIDAD DE CORRUGACIÓN

Noelia Ortiz Pérez de Eulate, Jorge Teniente Vallinas, Ramón Gonzalo García, Carlos del-Río Bocio

Grupo de Antenas

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Pública de Navarra

noelia.ortiz@unavarra.es jorge.teniente@unavarra.es

ramon@unavarra.es carlos@unavarra.es

Abstract: In this paper a new design of a dual-band corrugated horn antenna is presented. The design is based on a gaussian profile to allow high pattern symmetry, low-crosspolar levels and low-side-lobes over a wide frequency range. To achieve a dual-band corrugated horn antenna, dual depth corrugations were used along the whole profile. The design presents a nice far field radiation pattern, which is compatible with the frequency reuse requirements in satellite communication antennas. The horn has been designed to operate in two frequency bands between X, Ku and K bands. Simulations and measurements show pretty good radiation patterns with return loss below -20dB and crosspolar-levels below -30dB in both frequency bands.

I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día es de gran importancia el diseño de antenas de bocina de gran ancho de banda que trabajen a distintas bandas de frecuencia presentando óptimas características de radiación, en cuanto a un bajo nivel de polarización cruzada, coeficiente de reflexión y lóbulos laterales junto a una buena simetría axial del haz.

El objetivo principal del trabajo ha sido el obtener una antena dual con pérdidas de retorno inferiores a -20dB y nivel de polarización cruzada inferior a -30dB en cada una de las bandas. El diseño se basa en el uso de perfiles gaussianos corrugados, que presentan excelentes características de radiación [1].

La dualidad en la respuesta en frecuencia de la antena diseñada se ha obtenido mediante el uso de dos profundidades de corrugación diferentes a lo largo del perfil [2], definiendo con cada profundidad de corrugación una banda de frecuencias. Estas profundidades de corrugación se deben de diseñar de tal forma que las resonancias parásitas y reflexiones producidas por las corrugaciones que definen cada banda sean mínimas a la entrada de la antena y que la polarización cruzada resultante sea mínima también a ambas bandas, consiguiendo así una respuesta dual. Para la antena diseñada, la banda inferior presenta un ancho de banda del 30% centrada en 13,115GHz y la banda superior presenta un ancho de banda del 13% centrada en 19.25GHz.

II. DISEÑO DE LA ANTENA.

El diseño de la bocina propuesta presenta dos partes. La primera parte (Fig. 1) se ha diseñado para obtener a su salida el modo híbrido fundamental, HE_{11} . La segunda parte, convierte el modo HE_{11} en un modo gaussiano fundamental mejorando el diagrama de radiación resultante a la salida del primer tramo. Como resultado final esta antena dual presenta óptimas características de radiación; alta simetría del haz, bajo nivel de polarización cruzada junto a bajo nivel de pérdidas de retorno.

A. Primera parte de la antena

Con esta primera parte se pretende generar un modo HE_{11} . Como punto de partida se ha supuesto que la entrada de la bocina se conecta a una guía monomodo circular, cuyo modo de propagación es el TE_{11} . Para poder proceder a esta transformación modal, se utiliza un transformador de impedancia que consiste en variar linealmente la profundidad de las corrugaciones desde $\lambda/2$ hasta $\lambda/4$. Esto se combina con un perfil simétrico, que consta de dos perfiles gaussianos concatenados con simetría impar [1].

Al tratarse de un diseño dual, es necesario definir dos profundidades de corrugación, cada una de ellas define una banda de funcionamiento (Fig. 1) [3]. Las profundidades 1 y 3 que definen la banda de trabajo inferior, vienen determinadas por λ_1 , la cual viene definida por la frecuencia central de trabajo de la banda de inferior, 13.11GHz. Las profundidades de corrugación que constituyen la banda de trabajo superior son las profundidades 2, 4 y 5. Éstas vienen definidas por la frecuencia central de la banda superior, 19.25GHz.

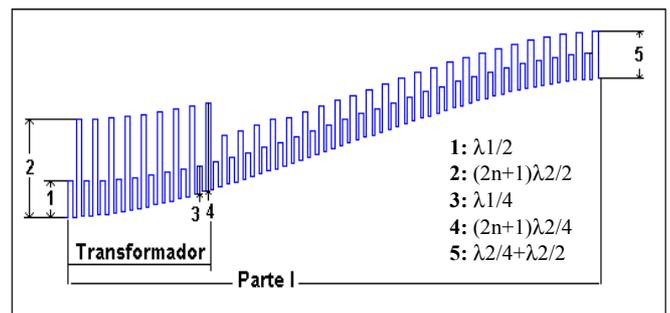


Fig. 1. Primera parte de la antena dual.

Curiosamente en la figura 1 se puede observar que las profundidades de corrugación que definen la banda superior son las más profundas. Esto es debido a que a estas profundidades de corrugación se les ha añadido un número entero de veces $\lambda/2$. Desde el punto de vista de líneas de transmisión, estas líneas son equivalentes a líneas mucho más cortas, puesto que el hecho de aumentar la longitud de una línea de transmisión un número entero $\lambda/2$ no afecta a las características de la misma. De esta forma se consigue una mayor discriminación entre las dos bandas de trabajo de la antena dual.

La zona en la que resulta más crítica la existencia de las dos profundidades de corrugación es el primer tramo de la primera parte de la antena que se observa en la figura 1. Esta zona es crítica puesto que en ella se debe de adaptar el modo TE_{11} a una nueva geometría de guiado. Una vez sobrepasada esta zona crítica, se puede reducir el número de vueltas al diagrama de Smith, reduciendo la profundidad en saltos de $\lambda/2$ y disminuyendo así las dimensiones y el peso de la antena final.

B. Segunda parte de la antena.

El objetivo de esta parte es mejorar el diagrama de radiación obtenido a la salida de la primera parte. El perfil de este tramo es gaussiano, con ángulo de apertura distinto al de la primera parte. En este caso el parámetro más importante es la longitud, puesto que a mayor longitud, se mejoran las características de radiación a la salida de la antena. Las profundidades de corrugación son las profundidades finales de la primera parte, profundidades 3 y 5 mostradas en (Fig. 1.)

En (Fig. 2.) se muestra la sección longitudinal de la antena dual completa, donde se pueden apreciar las diferentes partes que se han mencionado anteriormente.

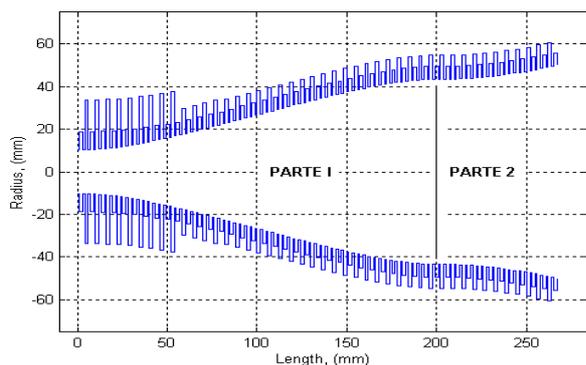


Fig. 2. Sección transversal de la antena dual.

Como dimensiones finales de esta antena se tienen una longitud total de 11.56λ y el diámetro de salida de 4.31λ . El modo de entrada es el TE_{11} de una guía monomodo circular y el radio de entrada de la antena es de 0.44λ . La longitud del transformador es de 2.42λ . Las dimensiones de la antena se han definido para una frecuencia de trabajo de 13GHz.

C. Resultados de simulación y medida.

La antena ha sido calculada y diseñada mediante un código basado en el método de análisis modal y matriz de parámetros S generalizada y un programa optimizador de antenas Gaussianas diseñado en la UPNA, [4]

En la figura 3, se muestran los resultados de medida y simulación de las pérdidas de retorno de la antena. Este parámetro se ha medido incluyendo el transformador coaxial guía y la transición de guía rectangular- circular. A pesar de esto, en la figura 3 se puede observar que los resultados medidos se asemejan mucho a los resultados de simulación.

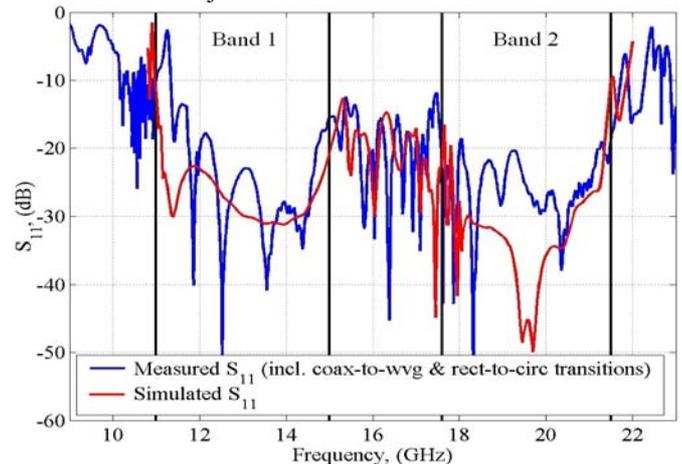


Fig. 3. Resultados de medida y simulación de las pérdidas de retorno.

En la figura 4 se muestra el valor del nivel de polarización cruzada simulado y medido. En la figura 5 se muestra el valor de directividad simulado y medido.

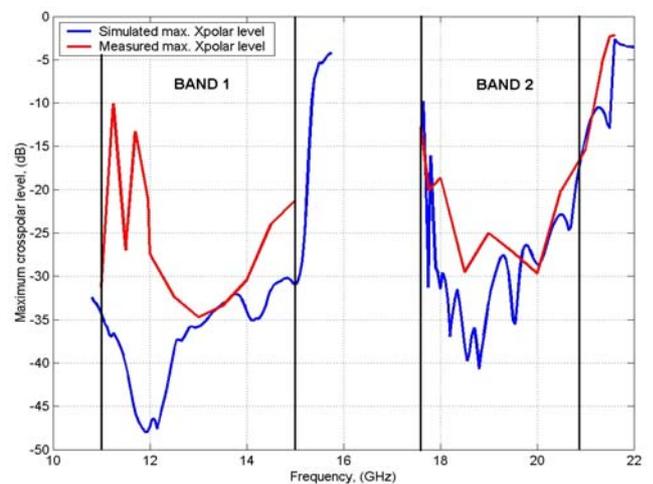


Fig. 4. Resultados de medida y simulación del nivel de polarización cruzada.

Se puede observar una mayor diferencia entre los resultados simulados y medidos en las frecuencias bajas de la banda de trabajo inferior. Estas diferencias son debidas a las imprecisiones en el proceso de fabricación de la antena. Además, debido a las profundidades de corrugación tan grandes que constituyen el primer tramo de la primera parte de la antena (Fig. 1.), éste está constituido por láminas. A la hora de montar la antena, hay que tener sumo cuidado de alinear correctamente estas láminas, para que las medidas

que se vayan a realizar sean las óptimas. Esto también ha influido en las reflexiones que aparecen al comienzo de la banda inferior de trabajo.

A pesar de las reflexiones existentes al comienzo de la banda de trabajo inferior, se distinguen de forma muy clara las dos bandas de trabajo de la antena.

Mediante simulación la banda de trabajo inferior presenta un ancho de banda del 30% y la banda de trabajo superior un ancho de banda del 13%. En estos anchos de banda la antena presenta un nivel de pérdidas de retorno inferior a -20dB y un nivel de polarización cruzada inferior a -30dB . Contrastando estos resultados con los resultados medidos, el ancho de banda de funcionamiento de ambas bandas se ha reducido, presentando la banda inferior un ancho de banda del 20% y la banda superior un ancho de banda del 13%. De todas formas, las mediciones se asemejan mucho a los resultados de simulación.

En las figuras 6 y 7 se muestran los diagramas de radiación medidos para las frecuencias de 11.5, 13 y 14GHz de la banda inferior de trabajo y para 18.5 y 20GHz de la banda superior de trabajo.

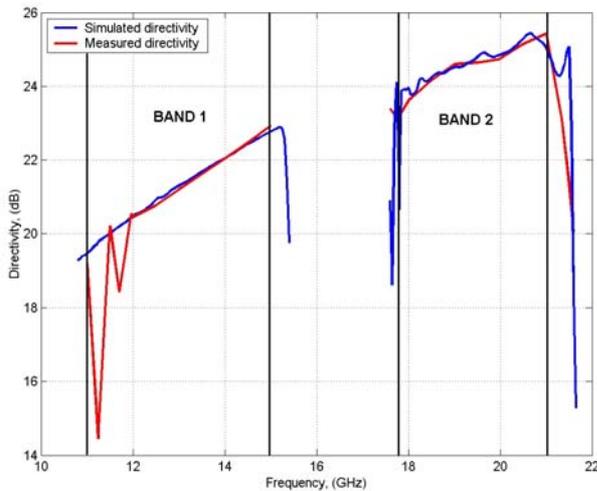


Fig. 5. Resultados de medida y simulación de directividad.

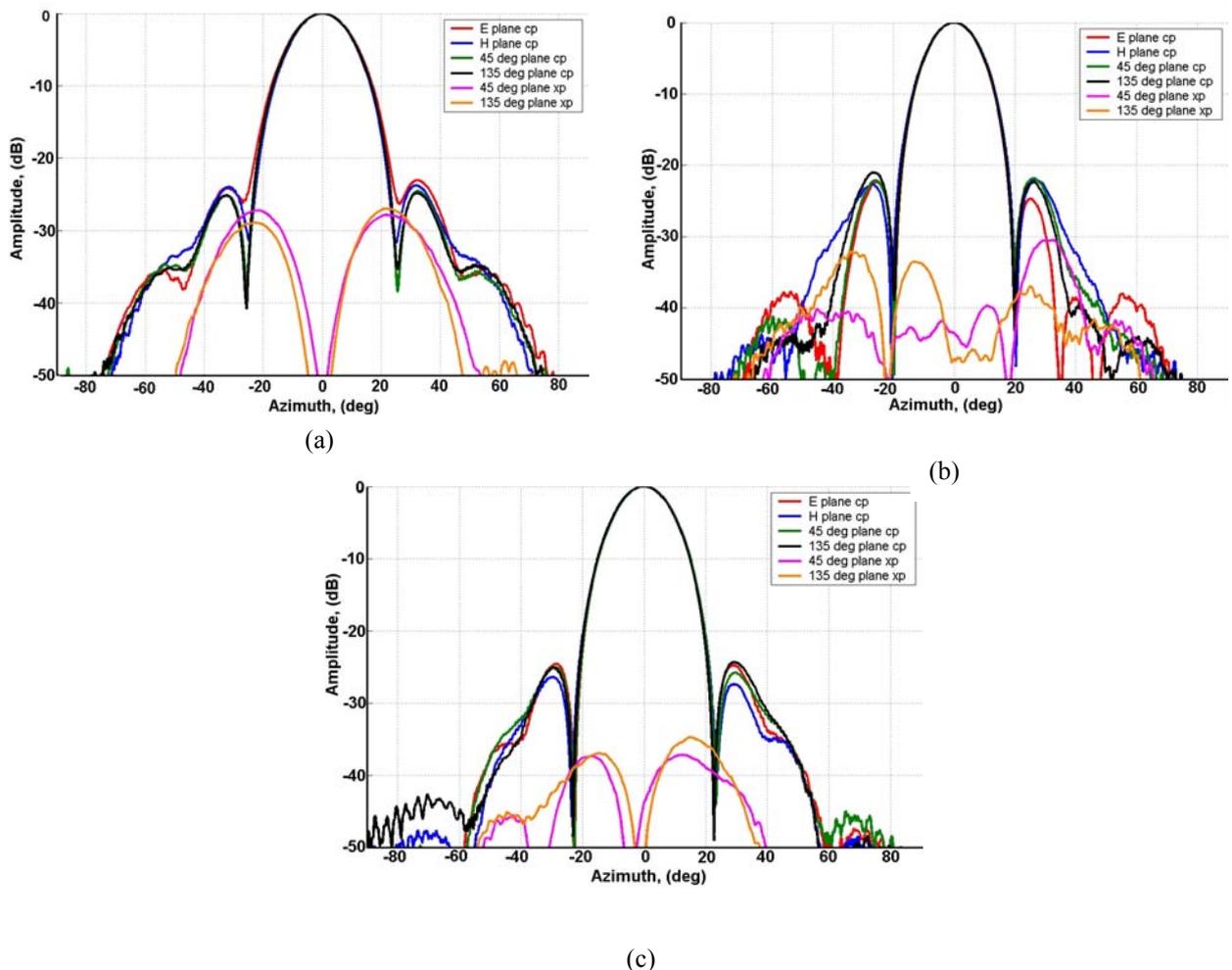
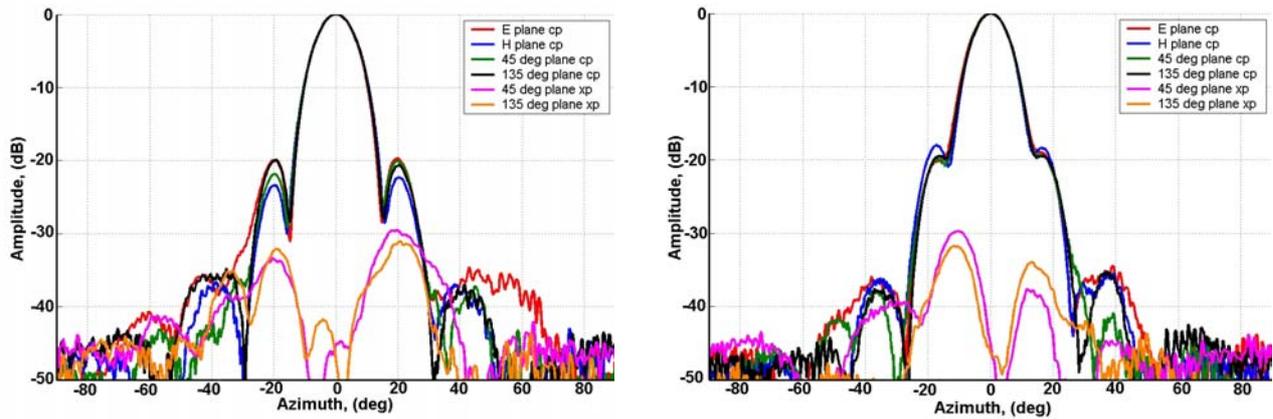


Fig. 6. Resultados de los diagramas de radiación medidos banda trabajo inferior para: a) 11.5GHz, b) 13GHz, c) 14GHz



(a)

Fig. 7. Resultados de los diagramas de radiación medidos banda trabajo superior para: a) 18.5GHz, b) 20GHz

II. CONCLUSIONES

En este papel se presenta el diseño y medida de una antena dual. El diseño responde a una estructura de doble profundidad de corrugación y dos tipos de perfiles gaussianos concatenados. El uso de perfiles gaussianos, ha mejorado el comportamiento de la antena. Como resultados el diseño presenta unas buenas características de radiación, las cuales son compatibles con los requerimientos de los sistemas de comunicación por satélite; como un nivel bajo de polarización cruzada, bajas pérdidas de retorno, alta simetría del haz y alta eficiencia con el modo gaussiano fundamental.

Este diseño es flexible, puesto que eligiendo distintos valores de los parámetros de diseño se puede cambiar las frecuencias de trabajo de la antena y utilizar la antena en diferentes aplicaciones.

REFERENCIAS

- [1] Gonzalo, R., Teniente, J., del Río, C., "Improved radiation pattern performance of Gaussian profiled horn antennas". IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol 50, nº 11, 2002.
- [2] Olver, A.D., Clarricoats, P.J.B., Kishk, A.A. and Shafai, L. "Microwave Horns and Feeds". IEEE Electromagnetic waves series 39, 1994.
- [3] Ghosh, S., Kühn, E., Prata, A., "Simplified high-performance dual-band feed comprising a dual-depth corrugated launcher and a conventional corrugated horn", Electronics Letters, Vol.20, 1984.
- [4] García Esparza, R., "Optimizador de antenas de perfil gaussiano", Proyecto fin de Carrera. U.P.N.A., Noviembre 2001,