

COMPARACIÓN ENTRE ANTENAS CÓNICAS CORRUGADAS Y ANTENAS GAUSSIANAS CORRUGADAS

Jorge Teniente Vallinas

Ramón Gonzalo García

Carlos del Río Bocio

Grupo de Antenas

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Pública de Navarra

jorge.teniente@unavarra.es

ramon@unavarra.es

carlos@unavarra.es

ABSTRACT

In this paper, a study of two equal size corrugated horn antennas; a conical and a gaussian profiled horn antenna (GPHA) has been developed.

It will be demonstrated that GPHA's provide lower sidelobes and wider bandwidths, while conical corrugated horn antennas offer higher directivities for the same aperture. Both type of antennas provide low crosspolar levels.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la referencia [1], las antenas de bocina corrugadas deben proporcionar en su apertura un modo HE_{11} lo más eficientemente posible, mientras que la contribución de otros modos como los HE_{1n} y EH_{1n} (con $n \geq 2$) se debería reducir si lo que se quiere obtener son bajos niveles de lóbulos laterales y de polarización cruzada.

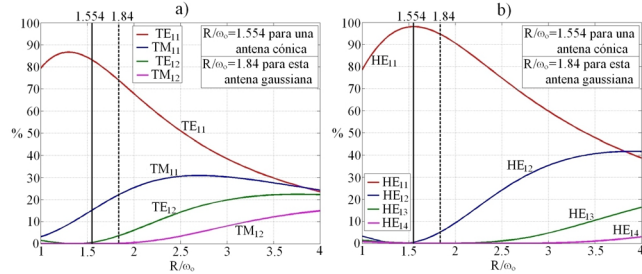


Fig. 1.- a) Descomposición del modo Gaussiano fundamental en modos TE y TM

b) Descomposición del modo Gaussiano fundamental en modos HE y EH

Se sabe que la presencia de modos EH_{1n} incrementa el nivel de polarización cruzada de una antena corrugada, sin embargo, en este artículo, se demostrará que evitar la presencia de modos HE_{1n} en la boca de una antena para reducir el nivel de lóbulos laterales es erróneo. De hecho, se demostrará que una GPHA proporciona en su apertura una mezcla de modos HE_{1n} que serán función del radio de la apertura (R) y del ancho de haz (ω_0) del modo gaussiano fundamental que va a ser generado (fig. 1).

2. RELACIÓN ENTRE MODOS GAUSSIANOS Y MODOS DE GUÍA

Los modos propios de una guía corrugada pueden ser definidos bien como una mezcla de modos TE y TM o por la familia de modos híbridos HE y EH. Esto significa que cualquier modo HE o EH puede ser formulado como una combinación de modos TE y TM (ver tabla 1).

	TE_{11}	TM_{11}	TE_{12}	TM_{12}	TE_{13}	TM_{13}
HE_{11}	84.496	14.606	0.082	0.613	0.0036	0.121

Tabla 1. Descomposición en tanto por ciento del modo HE_{11} como combinación de modos de guía lisa TE_{1n} y TM_{1n}

Hasta ahora, para generar un modo HE_{11} se ha utilizado siempre una mezcla de 85% de TE_{11} y 15% de TM_{11} (ver tabla 1). Además, las antenas de bocina corrugadas (cónicas) se han diseñado siempre para obtener en su apertura la anteriormente mencionada mezcla de modos TE_{11} - TM_{11} .

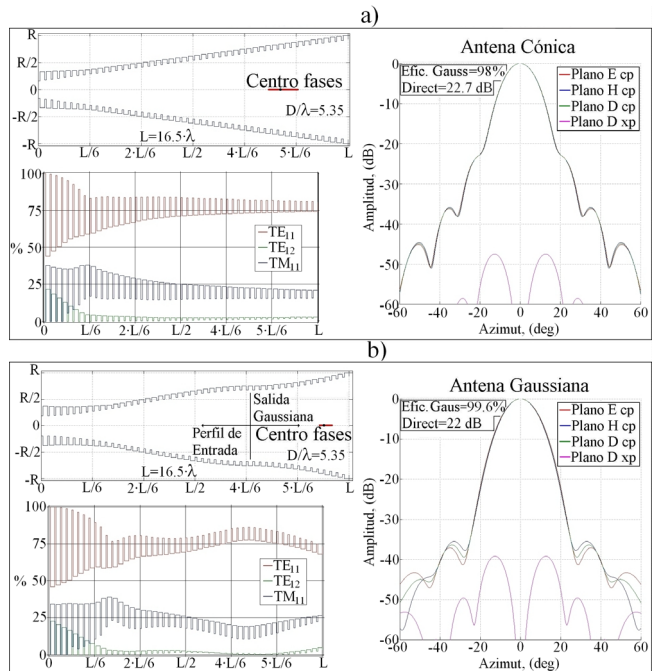


Fig. 2.- a) Perfiles de antena cónica y b) GPHA junto con la evolución de modos TE-TM dentro de cada antena y los diagramas de radiación obtenidos a f_0 .

Cuando nuestro grupo empezó con el diseño de las GPHAs, la idea principal fue generar con las antenas un modo gaussiano fundamental puro (solución de la ecuación de onda paraxial en el espacio libre) en vez de un modo HE_{11} .

El modo híbrido HE_{11} se ha conocido siempre como un modo cuasi-gaussiano porque su distribución de campo es casi gaussiana, de hecho presenta una eficiencia del 98.1% con un modo gaussiano fundamental de $R/\omega_0=1.554$ ($\omega_0/R=0.6435$) (fig. 1). Sin embargo hay algunas diferencias importantes entre ambos.

3. ANTENAS DE BOCINA CÓNICAS CORRUGADAS Y ANTENAS DE BOCINA GAUSSIANAS CORRUGADAS

Una antena cónica corrugada presenta un campo en su apertura que es un modo HE_{11} de alta pureza, donde el resto de modos HE_{1n} estarán a niveles inferiores a -20 dB con respecto al modo fundamental habitualmente, (fig. 3b y fig. 1).

Observando con detenimiento la figura 3a, podemos ver que para una antena de altas prestaciones, el modo HE_{11} puro tiene una restricción: es imposible obtener una antena con lóbulos laterales por debajo de -30 dB para directividades por encima de 17 dB.

Sin embargo, las GPHAs producen de una manera natural una mezcla de modos HE_{1n} que se corresponde perfectamente con las de la figura 1b, para un R y ω_0 dados. En las figura 2b y 3b se observa una reducción significativa del nivel de lóbulo lateral para la GPHA en comparación con una antena cónica corrugada del mismo tamaño.

También es destacable que ambas antenas presentan bajos niveles de modos EH_{1n} , pero la GPHA es menos dependiente de la frecuencia, (fig. 3b).

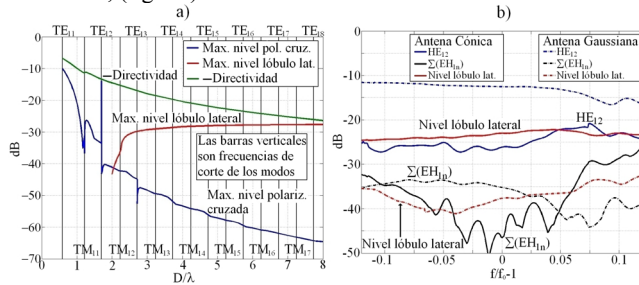


Fig. 3.- a) Propiedades de radiación del modo HE_{11} frente al diámetro de la apertura (D)

b) Niveles de modos HE_{1n} - EH_{1n} en la apertura y nivel de lóbulo lateral para las antenas cónica y gaussiana frente a la frecuencia normalizada.

La reducción del nivel de lóbulo lateral para una GPHA puede ser evaluado observando el campo eléctrico en la apertura de una antena cónica y de una antena gaussiana, (fig. 4a). La antena cónica produce en la apertura un modo HE_{11} cuasi-perfecto mientras que la GPHA produce una iluminación más estrecha. Como el nivel de lóbulo lateral esta relacionado directamente con el nivel de campo eléctrico en los bordes de la apertura, el modo HE_{11} presentará siempre un mayor nivel de lóbulo lateral.

Además, el hecho de incrementar la longitud de una GPHA reducirá aun más el nivel de lóbulo lateral, mientras que en la antena cónica el nivel de lóbulo lateral permanecerá constante ya que la distribución de campo en la apertura siempre será la misma (fig. 2a) [2].

Otra de las ventajas de la GPHA es su ancho de banda. Esto puede verse en la estabilidad de las curvas en las figuras 3b y 4b [3].

Sin embargo, la eficiencia de iluminación de la apertura en una GPHA es menor que en una antena cónica (fig. 4a).

La eficiencia con un modo gaussiano fundamental, mayor de un 99.1% frente a 98.2 % en un 25% de ancho de banda, y la estabilidad en la posición del centro de fases, prácticamente inamovible para un 15% de ancho de banda, son ventajas añadidas al uso de una GPHA (fig. 4b).

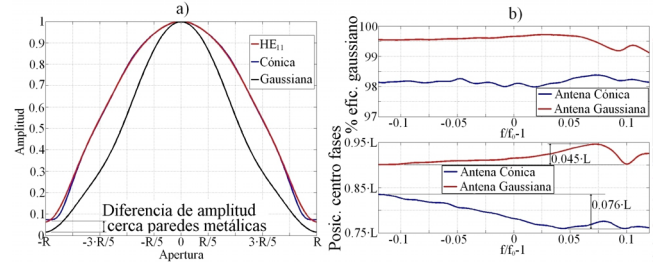


Fig. 4.- a) Campo en la apertura de una antena cónica corrugada, una GPHA y un modo puro HE_{11}

b) Eficiencia con el modo gaussiano fundamental y posición del centro de fases para una GPHA y una antena cónica corrugada

Es importante destacar que la estabilidad en la posición del centro de fases es una gran ventaja para iluminación de reflectores.

Por último, en general, fijados unos requerimientos, las GPHAs ofrecen una solución más corta que las antenas cónicas.

4. CONCLUSIONES

Las antenas de bocina corrugadas gaussianas (GPHAs) ofrecen una de las mejores soluciones para el diseño de antenas de altas prestaciones donde niveles bajos de lóbulos laterales, gran ancho de banda, bajos niveles de polarización cruzada, estabildades en iluminación y posición del centro de fases son parámetros de diseño fundamentales.

A pesar de que las antenas cónicas corrugadas iluminan más eficientemente la apertura de la antena que una GPHA, son incapaces de ofrecer niveles de lóbulos laterales inferiores a -30 dB. Esta menor iluminación de la apertura en una GPHA no lleva necesariamente a perfiles más largos; todo lo contrario, frecuentemente las antenas GPHA dan lugar a perfiles más cortos, debido a las mejoras que se obtienen en el patrón de radiación. Es decir, se obtienen las prestaciones determinadas usando perfiles más cortos.

Por último comentar que casi todos los sistemas que usan una antena cónica corrugada se pueden mejorar usando una GPHA.

5. REFERENCIAS

- [1] A. D. Olver, P. J. B. Clarricoats, A. A. Kishk and L. Shafai, "Microwave Horns and Feeds", *IEE Electromagnetic Waves Series, Volumen 39*, 1994. ISBN América: 0 7803 1115 9. ISBN resto: 0 85296 809 4
- [2] C. del Río, R. Gonzalo and M. Sorolla, "High Purity Gaussian Beam Excitation by Optimal Horn Antenna", *Proceedings of ISAP'96. Chiba, Japon*.
- [3] J. Teniente, R. Gonzalo and C. del Río, "Ultra-Wide Band Corrugated Gaussian Profiled Horn Antenna Design", *2001 IEEE AP-S International Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting, 8-13 de Julio, Boston, Massachusetts, Estados Unidos*