MEDIDA Y OPTIMIZACION DE ALIMENTADORES PRIMARIOS PARA REFLECTORES PARABOLICOS

Miguel Ferrando, Luis Jofre, Angel Cardama
Departamento de Electrofísica
E.T.S.I. Telecomunicación. Barcelona

ABSTRACT

We describe in this paper a theoretical and experimental procedure for the caracterization of parabolic antenna feeds.

The experimental set-up and the algorithms for the measurement and optimization of these antennas are included and experimental results for a real case design are presented.

INTRODUCCION

La forma habitual de análisis de los reflectores consiste en el cálculo de los campos radiados por el alimentador, y a partir de ellos las corrientes inducidas en la estructura metálica, o los campos en una superficie. Conocida la distribución de corrientes equivalentes en la apertura se pueden aplicar los métodos clásicos (transformadas de Fourier bidimensionales).

Los diagramas de los alimentadores primarios se pueden calcular fácilmente en el caso de bocas de guía, bocinas, ranuras, etc, si se hacen las suposiciones de plano de masa infinito o de existencia de campos tan sólo en la boca. En cambio, es relativamente complejo el tener en cuenta todos los efectos en el caso de bocas de guía con brida, choques circulares, etc.

En los casos de cálculo difícil se puede recurrir a la medida completa del diagrama del primario, lo cual puede llevar bastante tiempo, incluso en el caso de dis-

poner de sistemas automatizados de medida.

A continuación se describe un sistema simplificado de medida del primario (diagramas en los planos principales), interpolación bidimensional, cálculo de los campos en la apertura y diagrama del secundario obtenido a partir del desarrollo de Bessel-Jacobi, y finalmente comparación con las medidas en campo-próximo.

MEDIDA DE LOS DIAGRAMAS DE RADIACION

En la fig. 1 se indica el montaje experimental utilizado en la medida de los diagramas. Se dispone de una pequeña cámara anecoica de 2x1x1 metros, apta para medir antenas poco directivas a partir de banda X. Como instrumentación de radiofrecuencia se utiliza un analizador automático de redes modelo HP 8410 C, que cubre el margen de 2 a 20 GHz, y que puede ser conectado a un ordenador a traves del bus de instrumentación IEEE 488.

El sistema de giro se ha construido utilizando un pequeño motor paso a paso, cuya etapa de potencia se puede controlar externamente mediante señales lógicas.

Como controlador del sistema se utiliza el microordenador HP-85, que se conecta al analizador de redes y al motor. Los diagramas medidos automáticamente se pueden representar gráficamente en la pantalla, copiar en la impresora, o guardar en cinta para un procesado posterior.

INTERPOLACION

Utilizando el montaje experimental descrito se miden los diagramas para la polarización de referencia en los planos E y H (E_E^{co},E_H^{co}) y el diagrama para la polarización cruzada (según la tercera definición de Ludwig) en un plano diagonal a 45° (E^{cx}).

Las expresiones de interpolación utilizadas son:

$$E_{ref} = E_H^{co}(\theta)\ \cos^2(\phi) + E_E^{co}(\theta)\ \mathrm{sen}^2(\phi) \qquad (1)$$

$$E_{cruz} = E^{cx}(\theta) \text{ sen } 2\phi \qquad (2)$$

Las anteriores expresiones son una buena aproximación para antenas con simetría casi circular y son exactas para las aperturas elementales y los alimentadores escalares.

PARABOLOIDE OPTIMO

Los diagramas medidos se integran numéricamente y se obtiene la potencia total radiada y la directividad del alimentador primario.

Las eficiencias de iluminación, desbordamiento (spill over) y polarización se calculan también mediante integración numérica.

Como resultado del programa de cálculo se obtienen las curvas y tablas para las tres eficiencias parciales y la total, en función del ángulo con que se ve el paraboloide desde el foco y de la relación distancia focal/diámetro. De dichas curvas se deduce la relación f/D óptima para el alimentador que se está analizando.

DIAGRAMAS DE RADIACION SECUNDARIOS

Los campos en la apertura circular se desarrollan en series de Bessel-Jacobi /2/ , cuya transformada de Fourier es analítica. El número de términos de la serie es reducido, pues al utilizar las aproximaciones (1) y (2), la variación según ϕ queda restringida al orden 2. Se ha comprobado también que es suficiente con 10 términos para el desarrollo según ρ.

MEDIDAS EN CAMPO PROXIMO

Los valores del campo calculados a partir del diagrama primario se pueden sustituir por las medidas en campo próximo. Se utiliza la geometría plana-polar e interpo

laciones similares a las utilizadas para el primario.Los resultados obtenidos por ambos procedimientos son muy similares.

EJEMPLO DE DISEÑO

En la fig. 2 se muestran los diagramas plano H, teórico (suponiendo plano de masa infinito) y medido, para una boca de guia WR 75 con brida. Se observa una gran discrepancia entre ambos, y el error que se cometería en la optimización sería apreciable si se utilizaran los datos teóricos.

En la fig. 3 se representan las curvas para las eficiencias de iluminación, desbordamiento, polarización y total. El óptimo se obtiene para f/D=0.33, y la eficiencia teórica sería del 71.4 %.

Las medidas en campo próximo permiten tener en cuenta otros efectos, como bloqueo y difracción. En la fig.4 se muestran las medidas de módulo de los campos en un corte, correspondiente al plano H.

Finalmente, en la fig. 5 se comparan los diagramas secundarios teóricos, calculados a partir del diagrama primario medido y a partir de las medidas en campo próximo.

CONCLUSIONES

El procedimiento de medida y cálculo descrito permite, de una forma muy rápida, obtener el paraboloide óptimo para un alimentador primario dado, o viceversa, y debe considerarse como un método aproximado de diseño. Las medidas finales y la comprobación de todas las especificaciones debe hacerse de acuerdo con los procedimientos clásicos.

BIBLIOGRAFIA

1 .- A.C. Ludwig, "The Definition of Cross Polarization" IEEE Trans. on Antennas and Propagation, Jan 1973.

2 .- V.Galindo-Israel, R. Mittra, "A New Series Representation for the Radiation Integral with Application to Reflector Antennas". IEEE Trans on Antennas and Propagation, Sept. 1977

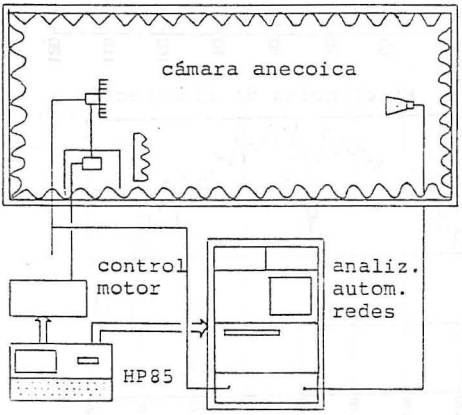

Fig. 1 Montaje experimental para la medida de los diagramas de radiación

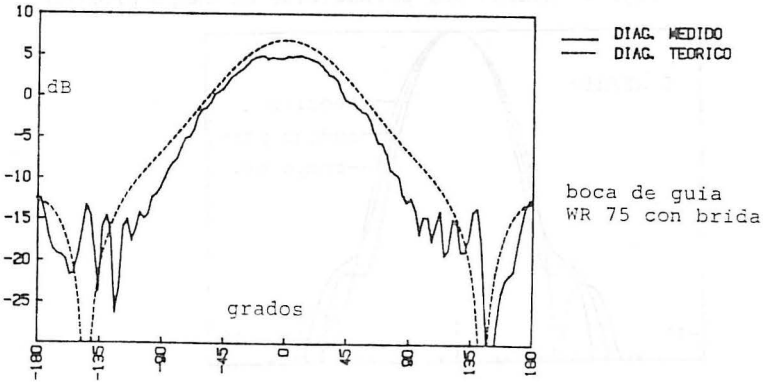

Fig. 2 Diagramas de radiación teórico y medido

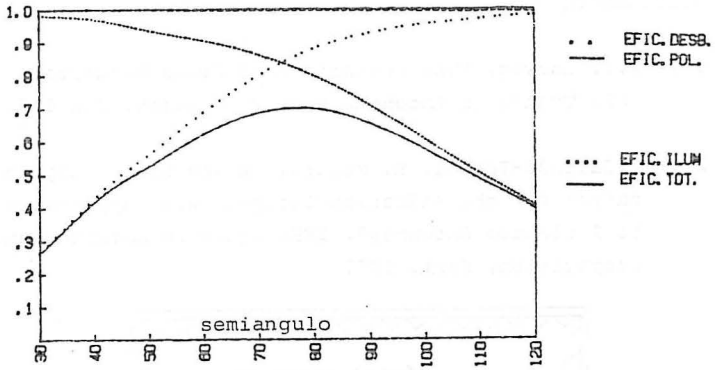

Fig. 3 Eficiencias de iluminación

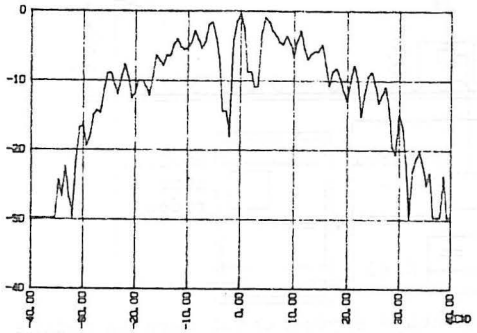

Fig. 4 Medida del paraboloide en campo proximo

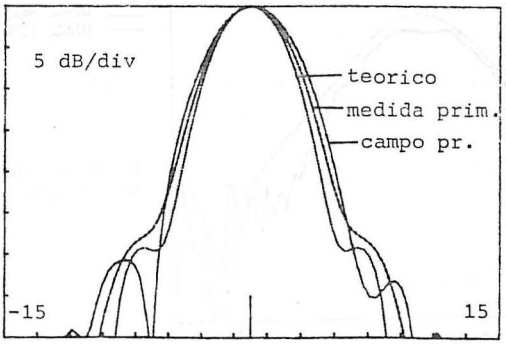

Fig. 5 Diagramas de radiación secundarios