

RECONSTRUCCIÓN RADIAL DE CAMPO PARA MEDIDA DE ANTENAS EN RANGO ESFÉRICO

Fernando Las Heras Andrés

Belén Galocha, Pablo Caballero

TSC - DIEECS
Universidad de Oviedo
flasheras@tsc.uniovi.es

Grupo Radiación - SSR
Universidad Politécnica de Madrid
belen@gr.ssr.upm.es

ABSTRACT

In this paper an iterative algorithm for the retrieval of the radial component of the electric field is described and inserted in matrix source reconstruction method for near field spherical measurements. A decoupled integral equations relating sources and fields are presented, making it necessary the use of a radial field retrieval algorithm to calculate the equivalent magnetic currents in the antenna plane from the angular components of the electric field. The technique is applied in near field to far field transformations using spherical ranges. With the presented technique, some drawbacks, inherent to the intensive resolution of the integral equations that appears in the methods based on equivalent currents, are overcome. Verification with simulated results as well as measurement results are presented.

1. INTRODUCCIÓN

Para la obtención del diagrama de radiación de antenas, la medida en cámara anecoica con técnicas de campo cercano para medida de antenas sobre superficies canónicas es una opción ampliamente implantada. Para ese propósito la adquisición esférica se erige como la más versátil permitiendo obtener el diagrama completo de la antena a partir de la adquisición sobre una esfera que englobe la antena bajo medida. Las técnicas de transformación campo cercano-lejano (NF-FF) basadas en expansión de ondas esféricas son ampliamente usadas [1]. Sin embargo las tareas de diagnosis no son directamente implementables y en todo caso aproximaciones espectrales deben realizarse.

También se han implementado técnicas de reconstrucción de fuentes para aplicaciones a transformación NF-FF [2] y para tareas de diagnosis [3]. El paso intermedio de reconstrucción de fuentes puede suponer una ventaja respecto de los métodos clásicos de expansión. Sin embargo, hay puntos sensibles en los métodos matriciales basados en ecuaciones integrales que relacionan componentes de fuente y componentes de campo. En efecto, en general en el problema equivalente al de configuración de medida de antenas dos tipos de corriente equivalente aparecen: eléctrica y magnética. Esto puede simplificarse mediante la elección de una superficie plana que englobe la antena y por la que únicamente fluya una densidad de corriente magnética equivalente (CME). Pero aun así dos componentes (por ejemplo cartesianas) de la CME son necesarias, en general, para caracterizar cada una de las

componentes angulares del campo eléctrico cercano, por lo que en general se deberán resolver dos ecuaciones integrales acopladas por la aparición de ambas componentes de fuente en las ecuaciones. Esto implica tener que resolver grandes sistemas de ecuaciones con el deterioro de precisión e inabordable tiempos de cálculo que puede conllevar.

En una adquisición arbitraria, y en la esférica en particular, las ecuaciones integrales no se pueden desacoplar. Sin embargo pueden desacoplarse bajo la consideración de que la componente radial del campo se anula. La implementación de esta aproximación eficiente puede encontrarse en [4]. Sin embargo dicha aproximación no es siempre posible realizarla y depende de las dimensiones eléctricas de la configuración de medida. Para el caso de no poder realizar esa aproximación, en este artículo se propone un algoritmo de reconstrucción de la componente radial de campo eléctrico de manera que finalmente puedan desacoplarse las ecuaciones integrales que relacionan fuentes y componentes angulares de campo mediante el conocimiento de la componente radial del mismo.

2. FORMULACIÓN: TÉCNICA MATRICIAL Y RECONSTRUCCIÓN DE CAMPO RADIAL

La formulación de ecuación integral para transformación NF-FF se basa en el establecimiento de un problema equivalente en el que un conjunto de corrientes magnéticas equivalentes sobre el plano de la antena simulan el campo que radia aquella.

$$\vec{E}(\vec{r}) = \mathfrak{I}(\vec{M}_{se}(x', y')) \quad (1)$$

\mathfrak{I} es un operador integral que incluye la función de Green de medio indefinido. Para el caso particular de adquisición esférica, dos ecuaciones integrales escalares que relacionan las componentes cartesianas de corriente sobre la antena y las componentes angulares del campo pueden establecerse:

$$E_{\theta}(R_v, \theta, \varphi) = \mathfrak{I}_1(M_x, M_y) \quad (2)$$

$$E_{\varphi}(R_v, \theta, \varphi) = \mathfrak{I}_2(M_x, M_y)$$

Bajo esta representación, aparece un gran número de incógnitas representando ambas componentes de la CME. Sin embargo, se pueden obtener dos ecuaciones integrales desacopladas si se desprecia la componente radial de campo eléctrico. Bajo dicha aproximación la relación cada componente cartesiana de campo puede calcularse únicamente a partir de las angulares:

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \cos \theta \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{\theta} \\ E_{\varphi} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Y ahora pueden utilizarse ecuaciones integrales que relacionan componentes cartesianas de corriente y de campo, estando estas desacopladas:

$$E_x(R_o, \theta, \varphi) = -\int_S M_y(x', y') \cdot G(\lambda, R_o, \theta, \varphi, x', y') ds' \quad (4)$$

$$E_y(R_o, \theta, \varphi) = \int_S M_x(x', y') \cdot G(\lambda, R_o, \theta, \varphi, x', y') ds' \quad (5)$$

De esta manera sólo la mitad de incógnitas deben resolverse al mismo tiempo. La resolución de estas ecuaciones integrales puede realizarse por ajuste de modelos mediante minimización de funciones de coste que relacionen componentes de campo medido y generado por la fuentes equivalentes [3].

Sin embargo, en configuración de campo cercano despreciar la componente radial del campo no es buena aproximación y pérdidas de exactitud aparecen en la transformación NF-F y en la diagnosis si se sigue el procedimiento descrito. Para esta situación se presenta a continuación un algoritmo iterativo que permite reconstruir iterativamente la componente radial del campo eléctrico:

1. Valor inicial para las componentes de corriente equivalente M_y, M_x .
2. Valor inicial nulo de la componente radial de campo eléctrico. Las componentes cartesianas de campo se obtienen de las angulares por medio de (3).
3. Reconstrucción de las componentes de corriente M_y y M_x resolviendo las ecuaciones integrales (4) y (5).
4. Cálculo de la componente radial de campo a partir de las componentes de corriente magnética M_y, M_x .
5. Cálculo de las componentes cartesianas de campo eléctrico E_x, E_y , a partir de las componentes angulares E_θ, E_φ , y de la componente radial calculada E_r .
6. Ir al paso 3)

3. RESULTADOS

Para realizar una verificación experimental se ha medido un reflector de 90 cm en el rango esférico del Laboratorio Ensayos- -MICYT (El Casar de Talamanca, Madrid). La distancia radial es 126 cm, la frecuencia 10.7 GHz y el margen angular $\theta \in [-400, 400]$. El objetivo ha sido evaluar el efecto de la contribución de la componente radial y la comparación del método propuesto con los resultados NF-FF de la técnica de expansión en modos esféricos a través del programa SNIFTD [5]. La componente contrapolar en el plano $\varphi=90^\circ$ calculada con y sin corrección de campo radial se ha representado en la Figura 1.

4. CONCLUSIONES

Se ha presentado un algoritmo de reconstrucción iterativa de la componente radial de campo que permite desacoplar las ecuaciones integrales en las técnicas de reconstrucción de fuentes para el caso de adquisición esférica. Aunque en algunos casos la aproximación de campo radial nulo puede admitirse, en otras situaciones es necesario incorporar esta corrección para obtener resultados precisos como los calculados y comparados con las técnicas clásicas de expansión en modos esféricos.

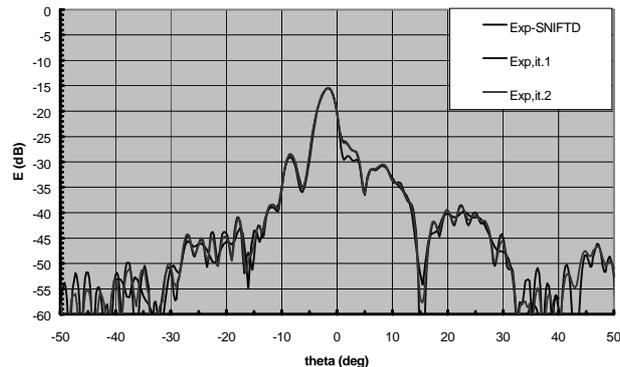


Figura.1. Campo lejano XP ($\varphi=90$) del reflector 90cm.

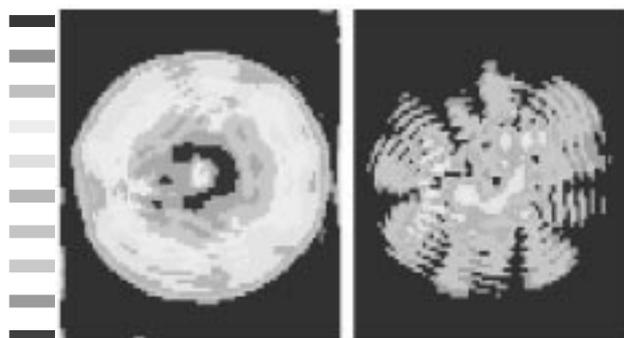


Figura.2. Reconstrucción de campo en la apertura reflector CP,XP (0dB, -40dB)

5. REFERENCIAS

- [1] J.R. Mautz, R.F. Harrington. "Computational Methods for J.E. Hansen et al., "Spherical Near-field Antenna Measurements". IEE Electromagnetic Waves Series 26, London: Peter Peregrinus Ltd., 1988.
- [2] P. Petre, T.K. Sarkar. "Planar Near-Field to Far Field Transformation Using an Equivalent Magnetic Current Approach". Trans. Antennas and Prop., vol.40, No 11 ,pp.1348-1356, 1992.
- [3] Fernando Las-Heras, Belén Galocha, José Luis Besada, Pablo Caballero. "Diagnosis of Aperture Antennas from Measured Near Field Data using ESLEST Software", Antenna Measurement Techniques Association (AMTA), 20th Annual Meeting & Symposium, pp.192-196, 1998.
- [4] F. Las-Heras, " Radial field retrieval for current reconstruction from spherical acquisition". IEE-Electronic Letters. May,2000, Vol.36, No.10,pp 867-869.
- [5] "SNIFTD: Software package for Spherical Near-Field Far-Field Transf. with Full Probe Correction". TICRA.