

ANÁLISIS DE ANTENAS EN ENTORNOS COMPLEJOS CON TÉCNICAS DE RECONSTRUCCIÓN DE FUENTES

Fernando Las Heras Andrés

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

ABSTRACT

In this paper the calculation of the field pattern of an antenna in the presence of a conducting structure, through the use of the equivalent currents of the antenna, is studied. The field radiated by the whole structure is calculated as the sum of the impressed field due to the EMC distribution, which is obtained by the source reconstruction method, and the field radiated by the currents that are induced on the rest of the conducting structure. The method has been applied to study the effect of placing a reflector near an array antenna.

1. INTRODUCCIÓN

En algunos problemas de caracterización de sistemas radiantes bien cuando la geometría es eléctricamente grande o cuando alguna parte de la estructura radiante es de difícil modelado o su composición es desconocida, o cuando la antena se sitúa en un entorno complejo, el análisis mediante formulaciones numéricas puede resultar una tarea complicada.

La aproximación presentada en este artículo hace uso de fuentes equivalentes radiantes de alguna parte de la estructura radiante que son consideradas como nuevas fuentes impresas que generan un campo impreso sobre el resto de la estructura. Una vez que las fuentes o corrientes equivalentes se calculan la aproximación propuesta deriva en un problema electromagnético más simple que puede resolverse mediante una formulación numérica estándar como es el Método de los Momentos (MoM).

El uso de corrientes equivalentes representado un sistema radiante se ha presentado en [1], [2] como una alternativa a los métodos tradicionales de transformación campo cercano-lejano para medida de antenas en cámara anecoica. Con una representación de corrientes equivalentes, se puede establecer una ecuación matricial que relaciona las corrientes equivalentes o incógnitas y los datos conocidos de campo eléctrico, de tal manera que, tras la resolución del sistema y el cálculo de las corrientes equivalentes, la transformación a campo lejano es inmediata. Además el paso intermedio de reconstrucción de corrientes permite tareas de diagnosis [3]. Una representación precisa de un elemento radiante mediante sus corrientes equivalentes a partir de medidas en un rango esférico se ha presentado en [4].

Aquí se va a presentar la utilización de las técnicas de reconstrucción de fuentes para calcular dos distribuciones de corriente magnética equivalente (CME), una delantera y otra trasera al elemento radiante o antena. Bajo la caracterización de la

antena mediante sus fuentes equivalentes, el análisis de la antena en un entorno conductor equivalente se realiza reemplazando la antena por sus corrientes equivalentes que ahora se comportan como nuevas fuentes impresas en un problema electromagnético donde el resto del entorno se comporta ahora como la estructura radiante. El análisis de este nuevo problema, más sencillo que el original, puede llevarse a cabo mediante un análisis de onda completa con el MoM.

Esta aproximación se ha aplicado al análisis de antenas en presencia de una estructura metálica, donde las distribuciones delantera y trasera de corriente equivalente se obtienen a partir de las medidas de la antena en un rango esférico de campo próximo. Aunque este problema no representa exactamente el problema original, puede ser una aproximación útil de aquél para ciertas aplicaciones. Este el caso de la caracterización del comportamiento de una antena comercial en una localización real en la que puede estar rodeada de estructuras metálicas. En este caso se desconoce la información detallada de geometría y composición de la antena y un modelado geométrico y eléctrico de la misma para su análisis numérico resulta casi imposible.

2. FUENTES IMPRESAS. MODELO DE APROXIMACIÓN

A partir del teorema de unicidad, se puede modelar la antena en cuestión mediante un conjunto de corrientes equivalentes sobre una superficie que contenga la antena. Si el dominio de dichas fuentes es un plano indefinido que hacemos coincidir con el plano de la antena, las componentes de campo radiado en el exterior de dicha superficie pueden relacionarse con las componentes de las corrientes equivalentes a través de un conjunto de ecuaciones integrales en las que interviene la función de Green para medio indefinido. Colocando el dominio de las fuentes por delante de la antena el plano se puede utilizar la técnica de reconstrucción de fuentes para calcular las mismas a partir de la adquisición esférica, en la región $z > z_1$, de las componentes angulares de campo con las componentes esféricas del campo eléctrico cercano. En la práctica se puede hacer coincidir el plano $z = z_1$ con el plano de la antena o la apertura de la misma. Esta distribución de fuentes obtenida representaría la radiación delantera de la antena, siendo el valor de dichas fuentes [5]:

$$\vec{M}_{ef} = -2\hat{z} \times \vec{E}_a \Big|_{z=z_1} \quad (1)$$

donde \vec{E}_a es el campo radiado por la antena. Del mismo modo podemos situar otra distribución de corrientes equivalentes \vec{M}_{eb} ,

por detrás de la antena en $z=z_2$. Ambas distribuciones de corriente equivalente pueden obtenerse a partir de una adquisición esférica completa. El siguiente paso es usar la información de estas fuentes en un problema donde la antena está en presencia de otros elementos metálicos. Bajo la aproximación de que las características de radiación de la antena no se ven sustancialmente modificadas por la presencia de las estructuras metálicas próximas, el campo eléctrico total radiado por la antena en presencia del entorno metálico puede aproximarse por la superposición del campo radiado por las corrientes equivalentes que representan la antena y el campo radiado por las corrientes inducidas en el entorno metálico:

$$\vec{E} \cong \begin{cases} E_a(\vec{M}_{ef}) + \vec{E}_s(\vec{J}); & z > z_1 \\ E_a(\vec{M}_{eb}) + \vec{E}_s(\vec{J}); & z < z_2 \end{cases} \quad (3)$$

Las corrientes inducidas en el entorno metálico pueden calcularse usando un método de ecuación integral como el MoM, donde las corrientes equivalentes calculadas actúan como fuentes impresas generando campo impreso.

3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis de una antena tipo array de estación base de telefonía móvil a 900MHz cuando se le coloca una placa metálica en su parte posterior con el objetivo de verificar y la aproximación propuesta y evaluar la mejora de la relación delante-detrás de la estructura radiante. Para la determinación de las corrientes equivalentes de la antena se han sintetizado los datos de campo cercano a partir de un modelo de parches de la antena de dimensiones 2.6mx0.2m que se ha excitado de manera uniforme en amplitud y fase en cada uno de los 8 parches equiespaciados. La propia antena lleva una tira metálica posterior y laterales metálicos para conformar el diagrama simulado. El campo cercano se obtuvo con un análisis EFIE-MoM, y a partir de éste y con una técnica de reconstrucción de fuentes, se calcularon las distribuciones de corriente equivalente de la antena (delantera y trasera).

Ambas distribuciones se representan en la dimensión principal en la figura 1. A continuación, una placa metálica de 2.6mx0.4m, actuando como reflector de la antena, se situó a una distancia de 0.1m detrás de la antena. Se realizó un modelo de facetas de dicho reflector y se analizó con un código numérico basado en EFIE-MoM poniendo como campo impreso el generado por las distribuciones de corriente equivalente de la antena. Los resultados de este análisis, mucho más simple en cuanto a número de incógnitas, se representan en la figura 2 en cuanto al diagrama trasero, donde se comparan los resultados obtenidos con el caso de analizar con EFIE-MoM toda la estructura completa (antena + placa reflectora). Además se representa la mejora en relación delante-detrás obtenida.

4. CONCLUSIONES

El cálculo del diagrama de una antena en presencia de entornos metálicos se ha abordado mediante una superposición del campo radiado por sus fuentes equivalentes más el generado por las corrientes inducidas en el entorno metálico. Técnicas de reconstrucción de fuentes se han utilizado para la determinación

de las distribuciones de corriente equivalente delantera y trasera de la antena. Aunque el problema, sensiblemente más sencillo que el original, no representa exactamente aquél, puede ser una aproximación útil para ciertas aplicaciones como se ha demostrado en los resultados presentados.

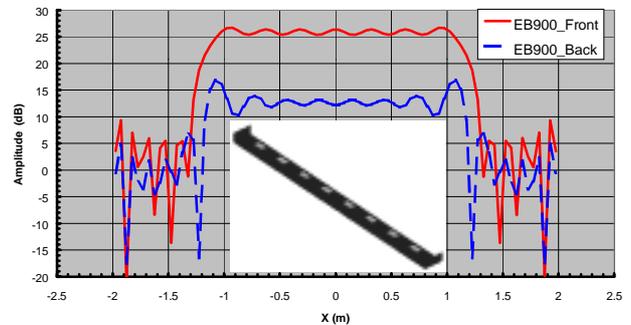


Figura.1. Corrientes equivalentes del array de 8 parches.

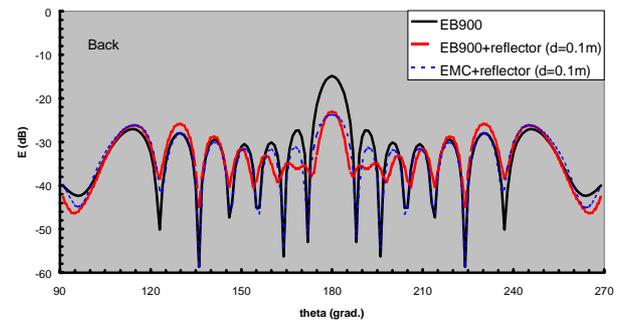


Figura.2. Diagrama trasero de la estructura radiante.

5. REFERENCIAS

- [1] T.K. Sarkar, P.Petre, A. Taaghoul, and R.F. Harrington. "An Alternative Spherical Near Field to Far Field Transformation". Progress in Electromagnetics Research, PIER 16, pp.269-284, 1997.
- [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] R. F. Harrington. "Time Harmonic Electromagnetic Fields". Mc Graw Hill. 1969.