

Programa para el análisis electromagnético de sistemas radiantes a bordo de estructuras complejas.

F. Obelleiro, J. L. Rodríguez, J. M. Taboada, J. M. Bértolo y J. Revaldería.

Departamento de Tecnoloxías das Comunicacións, E.T.S.E. Telecomunicacións, Universidade de Vigo, 36200 VIGO
Tel: (986) 812120, Fax: (986) 812116. Correo electrónico: obi@com.uvigo.es.

RESUMEN

In this paper, a software is described which allows the user to take in account different aspect of a complex electromagnetic environment as the control of electromagnetic interference and disturbance (EMC/EMI), the prediction of dangerous levels of radiation (EMR), the Radar Cross Section (RCS) reduction and control, the radiation patterns of antennas installed on-board, etc. A fully-integrated graphical environment was implemented witch includes all the program modules and provides all the data management functionality.

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades modernas del diseño y construcción de naves implica la presencia de una cantidad cada vez mayor de sistemas electrónicos a bordo, lo que produce una gran cantidad de fenómenos de interacción electromagnética entre la estructura de la nave y los propios sistemas electrónicos. Para la caracterización de un entorno electromagnético tan complejo es importante conocer aspectos como la interferencia y distorsión electromagnética (EMC/EMI), la predicción y control de niveles de radiación peligrosos para la salud (EMR) o la determinación y reducción de la sección radar (RCS).

Todo esto conduce a la necesidad del uso de herramientas de simulación electromagnética que permitan determinar a priori la influencia de la arquitectura y la distribución de los elementos radiantes (antenas) en los problemas electromagnéticos anteriormente mencionados. La incorporación de este tipo de herramientas en la etapa de diseño permite el ahorro de gran cantidad de tiempo y recursos que serían necesarios para realizar medidas y modificaciones sobre la estructura real.

En este trabajo se presenta un programa de análisis electromagnético adecuado para la caracterización de sistemas radiantes a bordo de estructuras complejas. Este programa incorpora los avances más recientes en computación electromagnética, junto con una interfaz de usuario amigable que facilita el acceso a todas sus funcionalidades.

2. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

HEMCUVI es un software diseñado para los sistemas operativos Windows NT y Windows 2000. En los siguientes puntos se indica una breve descripción del programa, distinguiendo los principales módulos funcionales.

2.1 Módulo de diseño geométrico

El diseño geométrico de la estructura se desarrolla en un entorno CAD. Los modelos CAD deben ser realizados siguiendo un simple conjunto de normas, de modo que el modelo obtenido sea adecuado para el programa de análisis electromagnético.

2.2 Módulo de mallado

En esta fase el modelo CAD se transforma en un modelo electromagnético preliminar que es la entrada del módulo de análisis electromagnético (EM). Este modelo consiste en una descripción mediante facetas triangulares planas para las superficies y segmentos rectilíneos para los hilos, que son exportados en un fichero IGES estándar.

2.3 Módulo de análisis electromagnético

El módulo electromagnético posee dos funcionalidades básicas: el preprocesado electromagnético y el análisis electromagnético, que se describen a continuación.

2.3.1 Preprocesado electromagnético

En este módulo se procesa el modelo proporcionado por el módulo de mallado y se obtienen las estructuras de datos necesarias para el código de análisis EM. Incorpora un conjunto de herramientas de detección y corrección automática de errores en la geometría. Un procedimiento interno de subdivisión permite adaptar el modelo a las especificaciones de frecuencia, y ofrece la posibilidad de obtener mallados adaptativos [1] en función de la localización sobre la estructura (por ejemplo, proporcionando mayor resolución a regiones críticas como antenas o discontinuidades geométricas).

2.3.2 Núcleo de análisis electromagnético

Este módulo es el encargado de la simulación electromagnética del problema. Está basado en el método de los momentos (MM) [2], cuya exactitud y versatilidad lo ha convertido en una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la resolución de problemas electromagnéticos. Se han utilizado las funciones base Rao-Wilton-Glison (RWG) [3] para la expansión de la corriente sobre las superficies y las bases presentadas en [5] para los hilos y las conexiones hilo-superficie. Como procedimiento de ponderación se ha utilizado el método de Galerking, lo cual proporciona una reducción importante en el coste computacional. Para elevar el rango de aplicación del MM a problemas de elevada longitud eléctrica (VHF, UHF), se ha implementado un método híbrido combinando método de los momentos y óptica física (MM-PO) [6,7]. En este caso es necesario distinguir dos tipos de regiones: regiones MM, que se corresponden con zonas críticas como el emplazamiento de antenas y discontinuidades geométricas, y regiones PO, en donde se incluyen el resto de las superficies. Finalmente, para frecuencias de microondas se ha optado por soluciones de alta frecuencia basadas en PO y Teoría Física de Difracción (PTD) [8-10].

2.4 Módulo de interfaz gráfica

Se ha desarrollado un entorno gráfico que permite realizar de forma rápida e intuitiva las especificaciones de sofisticados análisis electromagnéticos, así como la visualización de los resultados ofrecidos por el módulo de análisis EM.

3. FUNCIONALIDADES DE HEMCUVI

En este apartado se indica una breve descripción de la interfaz gráfica de usuario (GUI) del programa HEMCUVI.

3.1 Especificaciones de parámetros de entrada

La GUI permite al usuario realizar todas las especificaciones necesarias para el análisis electromagnético mediante un conjunto de ventanas que, de una forma sencilla e intuitiva, generan un grupo de ficheros ASCII que constituyen la entrada al programa de análisis EM. Se distinguen tres tipos de parámetros:

- De configuración electromagnética, para indicar características de frecuencia, fuentes y plano de tierra necesarias para el análisis electromagnético
- De configuración de núcleo electromagnético, mediante los cuales el usuario puede especificar las zonas MM y PO de forma interactiva sobre el modelo de la geometría
- Peticiones de resultados tales como distribución de corriente sobre segmentos y superficies, impedancia de entrada, acoplos entre antenas, distribución de campo cercano 2D y 3D y diagramas de radiación en campo lejano 2D y 3D.

Los parámetros solicitados a la simulación pueden ser analizados a una única frecuencia o a todas las frecuencias definidas en los parámetros de configuración electromagnética. Asimismo el usuario puede decidir cuales de las fuentes permanecen activas y solicitar varias simulaciones de un mismo tipo de resultado.

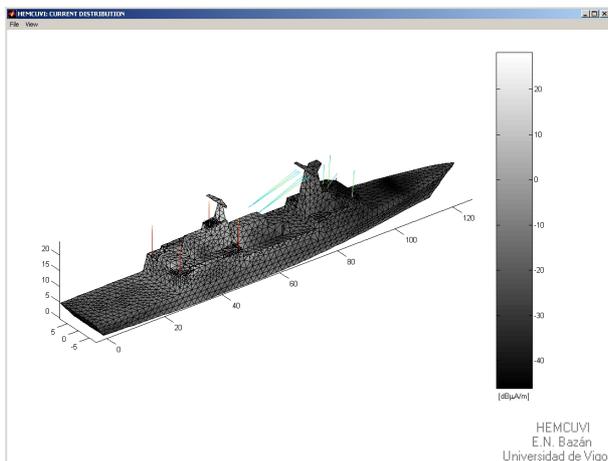


Figura 1. Diagrama de radiación 3D en campo lejano.

3.2 Visualización de resultados de salida

La GUI proporciona al usuario un conjunto de herramientas gráficas que le permiten interpretar cualitativa y cuantitativamente las magnitudes de los resultados. Algunas de estas herramientas gráficas son:

- Interpolación de colores para distribución de corriente sobre superficies y segmentos y representación de campo cercano
- Representación de impedancias de entrada y mutuas (admitancias) respecto a la frecuencia en escalas lineales, logarítmicas y mediante carta de Smith.
- Diagramas de radiación de campo en coordenadas rectangulares y polares para representaciones 2D y 3D.
- VSWR frente a la frecuencia.

En Figura 1 y Figura 2 se muestran dos ejemplos de visualización de los resultados proporcionados por el programa presentado.

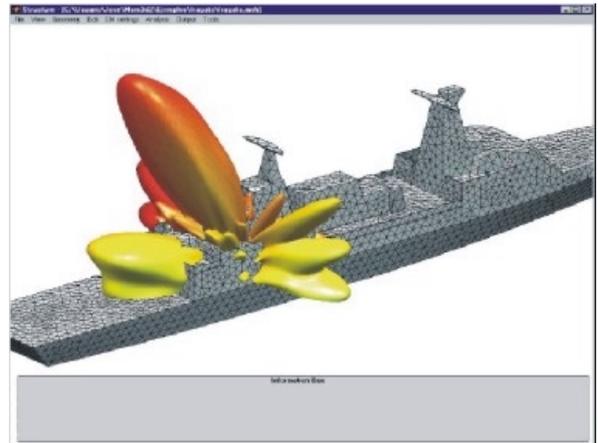


Figura 2. Distribución de corriente con colores interpolados.

4. REFERENCIAS

- [1]. J.M. Taboada, J. L. Rodríguez, F. Obelleiro. "Comparison of moment-method solutions for wire antennas attached to arbitrarily shaped bodies", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 26, no. 6, pp. 413-419, July 2000.
- [2]. R.F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods*, New York, Macmillan, 1968.
- [3]. A. W. Glisson, "On the development of numerical techniques for treating arbitrarily shaped surfaces", Ph. D. Dissertation, University of Mississippi, 1978.
- [4]. S.M. Rao, "Electromagnetic Scattering and Radiation of Arbitrary-Shaped Surface by Triangular Patch Modeling", Ph. D. Dissertation, University of Mississippi, August, 1980.
- [5]. S.U. Hwu, D.R. Wilton, "Electromagnetic Scattering and Radiation by Arbitrary Configurations of Conducting Bodies and Wires", San Diego State University, Technical Report No. 87-17, May 1998.
- [6]. F. Obelleiro, J. M. Taboada, J.L. Rodríguez, J. O. Rubiños, A. M. Arias. "Hybrid moment-method physical-optics formulation for modelling the electromagnetic behaviour of on-board antennas", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 27, no 2, pp. 88-93, Aug. 2000.
- [7]. U. Jakobus and F.M. Landstorfer, "Improved PO-MM hybrid formulation for scattering from three-dimensional perfectly conducting bodies of arbitrary shape", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 43, no. 2, pp. 162-169, Feb. 1995.
- [8]. P.H. Pathak, *Techniques for high frequency problems*, in *Antenna Handbook. Theory Applications and Design*.
- [9]. Y.T. Lo and S.W. Lee, *Antenna Handbook*, Eds. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988, chapter IV.
- [10]. A.K. Bhattacharyya. *High-frequency Electromagnetic Techniques*, John Wiley and Sons, New York, 1995.