

HERRAMIENTA JAVA PARA EL ESTUDIO DEL MÉTODO DE EXPANSIONES MULTIPOLARES

José Pérez Iglesia, Sebastián Nogueira Canle, Marcos R. Pino, Fernando Obelleiro

DEPARTAMENTO DE TECNOLOXÍAS DAS COMUNICACIÓNS

E.T.S.E. Telecomunicacións. Universidade de Vigo. Campus Universitario s/n, 36200 VIGO.

Correo electrónico: obi@com.uvigo.es. Tel: (986) 812120, Fax: (986) 812116

ABSTRACT

In this paper, a friendly graphical interface to study the Generalized Multipole Technique (GMT) [1] is presented. This GUI has been developed in Java and is an educational tool for the students to get familiar with the GMT method. The GUI analyzed different 2-D geometries and compares the GMT results versus the Method of Moment solution.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se muestra una herramienta software de análisis del campo dispersado por los objetos bidimensionales usando expansiones multipolares. Esta aplicación proporciona al usuario la posibilidad de diseñar y configurar una amplia variedad de problemas dentro de un recinto bidimensional, a través de un entorno cómodo y de fácil uso, para resolverlos usando el método de expansiones multipolares (GMT) [1].

El usuario se podrá familiarizar con el método, permitiendo el estudio de la influencia de cada uno de los parámetros del mismo, en los resultados finales. El entorno realizado, no sólo permite el estudio de GMT, sino que también se puede usar para el estudio del método de los Momentos (MoM), pudiendo así realizar interesantes comparaciones entre ambos métodos. Siendo el principal objetivo de esta fusión el análisis de problemas mediante MoM tomando las soluciones de éste como referencia y comparándolas con las soluciones del método GMT.

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo en un entorno Java [2], lo que proporciona la portabilidad necesaria para la cómoda distribución de ésta a través de Internet, pudiendo ser ejecutada en cualquier ordenador independientemente de su plataforma. Por lo tanto, se puede decir que fue diseñado para ser instalado, tanto como aplicación local, para ser ejecutada en un ordenador concreto, y también como *applet*, para ofrecer la posibilidad de que sea ejecutable mediante un navegador a través de Internet.

2. EL MÉTODO DE EXPANSIONES MULTIPOLARES

En este apartado, se llevará a cabo una breve descripción y formulación del método de expansiones multipolares. En primer lugar cabe mencionar que las expansiones multipolares vienen dadas por las

soluciones modales de la ecuación de onda en coordenadas esféricas (para problemas 3D) o por las correspondientes en coordenadas cilíndricas en donde se reduce el problema a 2D. La herramienta software que se describe en este artículo ha sido desarrollada para el estudio en 2D usando secciones cilíndricas cuadrangulares, rectangulares y circulares.

El problema que se plantea es el análisis del campo existente en una región del espacio (ϵ_0, μ_0) que rodea a un objeto (en este caso objetos conductores perfectos con secciones cuadrangulares, rectangulares o circulares y de longitud indefinida), suponiendo que sobre este objeto incide un determinado campo producido por una fuente determinada (en este caso se estudiará el caso de línea de corriente y onda plana con ángulo de incidencia variable).

Los multipolos se agrupan en orígenes multipolares (N) y en cada uno de ellos $2P-1$ expansiones (lo que indica el orden de cada origen se extiende desde $-(P-1)$ hasta $P-1$). Con estas suposiciones el campo radiado debido a los multipolos se puede expresar de la siguiente forma:

$$E^s(r) = \sum_{n=1}^N \sum_{p=-(P-1)}^{P-1} C_{np}^{mul} \cdot E_{np}^{mul}(r) \quad (1)$$

donde E_{np}^{mul} es el campo radiado por un multipolo situado en el origen multipolar n y de orden p y C_{np}^{mul} son sus coeficientes.

Para el cálculo de los coeficientes de las expresiones de los multipolos se imponen las condiciones de contorno sobre la superficie del objeto. Para el caso de considerar el campo eléctrico, el cálculo de los coeficientes nos lleva a una expresión que relaciona el campo incidente sobre la geometría con las contribuciones de los distintos orígenes multipolares:

$$\hat{n} \times \left[\sum_{n=1}^N \sum_{p=-(P-1)}^{P-1} C_{np}^{mul} \cdot E_{np}^{s,GMT}(r) \right] = -\hat{n} \times E^i(r) \quad (3)$$

Con la resolución de la ecuación anterior mediante la técnica de Generalized Point-Matching, e imponiendo la condición de contorno en un conjunto de puntos determinado de la superficie (N_s), se plantea un sistema de N_s ecuaciones y $N(2P+1)$ incógnitas que se puede expresar de la siguiente forma:

$$Z^{GMT} \cdot C^{GMT} = V \quad (4)$$

donde Z^{GMT} es la matriz de dispersión, C^{GMT} el vector de coeficientes de los multipolos y V el vector de la componente tangencial del campo incidente. El sistema de ecuaciones se resuelve mediante el criterio de mínimos cuadrados.

3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO GRÁFICO

En este apartado se describe brevemente las principales características del entorno gráfico. Como se puede apreciar en la Figura 1, el entorno está compuesto por un área de dibujo, que consta de una escala, que permite el diseño del objeto deseado con gran facilidad, ya que es una referencia en todo momento para el usuario. Además, en la parte inferior, se muestra una barra de estado, que nos ofrece información de la posición del cursor en cada momento y de las dimensiones de la figura, en pixels, metros y longitudes de onda, referencias importantes, ya que permiten situar el objeto en el área de diseño (pixels) y relacionarlo con su equivalente en la realidad (metros y longitudes de onda) y también presenta una serie de menús que se detallarán a continuación y que son las puertas a todas las funcionalidades de la aplicación.

Aunque el área de dibujo se visualizará en un primer momento, es necesario comentar que el interfaz en realidad consta de dos partes claramente diferenciadas, que son la zona de diseño, descrita anteriormente, y un panel de parámetros desplegable situado a la izquierda del entorno, que soportará la configuración de todos los parámetros necesarios para el estudio de un problema en concreto (ver Figura 1).

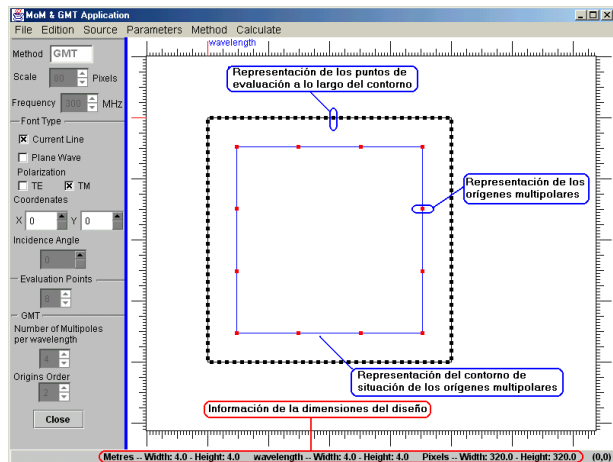


Figura 1: Vista de la representación final de la forma geométrica con la situación automática de los puntos de evaluación y de los orígenes multipolares.

Una vez introducidos todos los parámetros tanto geométricos como electromagnéticos que definen el problema que el usuario quiere analizar, el siguiente paso es dibujar la geometría. Esto se lleva a cabo de manera simple seleccionando una de las geometrías existentes que el programa tiene definidas. Y mediante el ratón se define su colocación y dimensiones. Tras la

definición de la geometría, el programa automáticamente fija la colocación de los orígenes multipolares completando de esta forma todos los parámetros necesarios para definir el problema equivalente. En este punto, si el usuario lo desea ya puede abordar el análisis de dicha geometría.

Sobre la primera definición del problema equivalente, el usuario puede realizar todo tipo de modificaciones de los parámetros del método GMT. Los más importantes son el número de orígenes multipolares N , el orden de cada origen multipolar P y, sobretodo, la colocación de los orígenes. Es en este punto donde el programa ofrece una gran versatilidad, el usuario puede desplazar cualquier origen hasta el punto donde lo considere oportuno. Esta característica es de gran importancia puesto que es la colocación de las fuentes uno de los parámetros más críticos en este tipo de métodos. Con este herramienta, el usuario puede estudiar la influencia de diferentes distribuciones de multipolos en el resultado final.

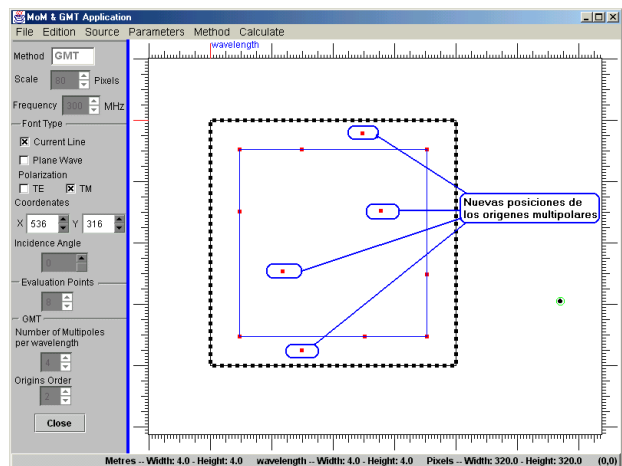


Figura 2: Vista de la nueva disposición de los orígenes multipolares.

Finalmente, la representación de los resultados se hace evaluando el campo total en el área que rodea al obstáculo y mostrando las variaciones de esta magnitud en un gráfico 2D mediante una escala de colores.

4. CONCLUSIONES

Se ha conseguido la realización de una herramienta de muy fácil manejo de cara al usuario, permitiendo con relativa sencillez la introducción al método de expansiones multipolares.

5. REFERENCIAS

- [1] C. Hafner: "The Generalized Multipole Technique for Computational Electromagnetics", Artech House, London, 1990.
- [2] Naughton P. et al: "JAVA Manual de Referencia", Ed McGraw-Hill, Madrid, 1991.