

Conclusiones

Suponiendo que la Tierra puede modelarse como un cuerpo compuesto de diferentes capas horizontales de distintos espesores y conductividades, con anomalías bi- o tridimensionales inmersas en ella, hemos estudiado en el marco de la magnetotelúrica los campos electromagnéticos generados en el subsuelo, cuando una onda electromagnética plana monocromática incide sobre su superficie.

Para calcular los campos en la superficie terrestre, resolvimos numéricamente las ecuaciones de Maxwell armónicas para los campos secundarios expresándolas como un sistema de ecuaciones diferenciales parciales de primer orden. En las fronteras computacionales la solución fue aproximada utilizando condiciones de borde absorbentes de primer orden, lo que reduce en forma significativa los tiempos de cómputo puesto que pueden emplearse dominios relativamente pequeños sin pérdida de exactitud en la solución.

Los algoritmos implementados, que emplean elementos finitos mixtos híbridos conformes -en el caso 2D- y no conformes -en el caso 3D- son iterativos y utilizan la técnica de descomposición de dominio.

A diferencia de los elementos finitos usuales, los aquí utilizados no exigen la continuidad de las componentes normales de los campos, lo que permite modelar sin restricciones contrastes importantes en las conductividades. Por otra parte, la técnica de descomposición de dominio conduce a sistemas lineales de orden reducido, fácilmente solubles por métodos usuales.

Nuestros algoritmos son naturalmente paralelables, proveyendo de esta forma una técnica de resolución rápida, característica particularmente importante

en el caso del modelado tridimensional.

Hemos aplicado estos algoritmos a modelos bi- y tridimensionales propuestos en la literatura, obteniendo en todos los casos resultados que acuerdan con los provistos por métodos alternativos.

En el modelado bidimensional, el algoritmo propuesto presenta en su implementación paralela comportamiento superlineal, lo que implica que puede ser utilizado para resolver estructuras complejas sin pérdida de eficiencia.

En el modelado tridimensional, por primera vez se presenta una solución numérica del modelo “3D-2” propuesto en el “Proyecto internacional para la comparación de métodos de modelado para inducción electromagnética” utilizando un método de elementos finitos, diseñado para ser implementado en computadoras de arquitectura paralela, con tiempos de cómputo que mejoran los de los algoritmos de referencia.

Se observó además que el algoritmo paralelo es escaleable, lo que habilita al método presentado a resolver problemas cada vez más grandes sin pérdida de eficiencia.

De esta manera se abre una nueva posibilidad para el modelado de estructuras tridimensionales empleando elementos finitos, ya que habían sido relegados por las dificultades aparentemente insalvables que representan sus requerimientos de memoria y almacenamiento, así como también relativamente prolongados tiempos de ejecución que hacían inviable la solución de estructuras de interés.

En cuanto a las perspectivas futuras, estos resultados nos inducen a intentar la generalización de los algoritmos aquí descritos a problemas de modelado electromagnético en donde las corrientes de desplazamiento no sean despreciables frente a las de conducción, y en los cuales además se utilizan fuentes finitas modeladas como dipolos eléctricos o magnéticos, o combinaciones de ambos. De esta manera podrían estudiarse fenómenos de propagación de ondas electromagnéticas en el subsuelo, problema de interés para la prospección electromagnética de alta frecuencia.